

W. DILLENBURGER

Lichtpunkt- und Vidikon-Filmabtaster

Ein Vergleich unter Zugrundelegung der Gerbernorm

DK 621.397.9:778.55

Für die Abtastung von Filmen für Fernsehsendungen sind vorzugsweise Lichtpunkt-Filmabtaster und Filmabtaster mit Vidikon in Gebrauch. Beide Systeme werden in nachstehender Arbeit hinsichtlich der zu erreichenden Bildqualität und des Aufwandes sowie im zweiten Teil des Aufsatzes hinsichtlich der Punkte, die die Justierung und Bedienung betreffen, einem eingehenden Vergleich unterzogen.

Der Lichtpunkt-Filmabtaster wurde in Deutschland und auch in England zu einer recht hohen Qualität entwickelt und wird vielfach auch heute noch zur Erzielung bester Fernsehbilder als der geeignetste Abtaster angesehen. In Amerika hat er keine besondere Bedeutung erlangt, weil dort eine Netzfrequenz von 60 Hz und damit eine Teilbildwechselzahl von 60 verwendet wird. Die Bildwechselzahl beträgt nun aber beim Kinofilm nur 24, und diese war nicht ohne besondere Maßnahmen in eine Bildwechselzahl von 30 beim Fernsehen umzusetzen. In Europa wird einfach die Vorführgeschwindigkeit des Films so weit vergrößert, daß 25 Bilder je Sekunde abgetastet werden. Der tatsächliche Sollwert beträgt zwar 24 Bilder, doch ist der verbleibende Unterschied vernachlässigbar klein.

In den letzten Jahren wurde das Vidikon insbesondere in den USA (RCA) zu einer so guten Abtaströhre entwickelt, daß heute der Vidikon-Filmabtaster eine ganz wesentliche Rolle in allen Fernsehländern spielt. Dieser Abtaster hat den Vorteil, daß infolge der Verwendung einer speichernden Abtaströhre ein Gleichlauf zwischen Abtastung und Filmtransport nicht unbedingt notwendig ist, solange sich die Bildwechselzahlen nur geringfügig unterscheiden. Es entsteht ein schwacher Helligkeitssprung in vertikaler Richtung, der langsam wandert. In den meisten Bildern stört er nicht.

Synchronlauf zwischen Bildfortschaltung und Abtastung ist jedoch von Vorteil. Man kann diesen Helligkeitssprung dann in den Vertikallücklauf legen. Außerdem kann die Schaltzeit für den Film wesentlich länger sein als die Vertikallücke der Abtastnorm. Es lassen sich normale Filmprojektoren verwenden, soweit es sich um Präzisionsgeräte handelt.

Da das Vidikon eine verhältnismäßig einfache Abtaströhre ist, war man ursprünglich der Ansicht, daß ein Filmabtaster mit Vidikon sich viel einfacher und vor allem zu einem erheblich geringeren Preis herstellen lasse als der Lichtpunktabtaster. Inzwischen sind nun die Entwicklungsarbeiten für einen hochwertigen Vidikon-Filmabtaster so weit gediehen, daß es an der Zeit scheint, einmal klarzustellen, welche Vor- und Nachteile der eine oder andere Abtaster hinsichtlich der Bildqualität und Bedienung hat und wie groß vergleichsweise der Aufwand bei Ausnutzung aller Möglichkeiten zur Erzielung bester Bildqualität ist.

A. Vergleich der Bildqualität und des Aufwandes

Die Eigenschaften, die ein Bild in seiner Qualität charakterisieren, sind folgende:

1. Schärfe,
2. Auflösung,
3. Gradation,
4. Störabstand,
5. Struktur, die einen Teil des Störabstandes ausmacht,
6. Störsignale, d. h. ungleichmäßige Bildhelligkeit,
7. Bildstand.

1. Schärfe

Die Bildschärfe ist einerseits durch die erzielbare optische Schärfe gegeben, andererseits durch die maximal erreichbare elektronenoptische Schärfe. Den Verstärker kann man in seiner Bandbreite immer so auslegen, daß er keine erhebliche Schärfenverminderung bedingt. Mit Rücksicht auf die Gerbernorm ist es sinnvoll, bei der Beurteilung der Schärfe ein steil begrenztes Frequenzband von 5 MHz zugrunde zu legen. Lediglich dieses Frequenzband kann übertragen werden. Innerhalb dieses Bandes sollen vertikal stehende Strichraster bis zu einer Frequenz von 5 MHz 100%, d. h. gleiche Modulationstiefe, ergeben. Das Meßergebnis ist für die Schärfe maßgebend, die der Betrachter auf dem Heimempfänger optimal erwarten kann. Bis auf einen Fall ist es dabei gleichgültig, wie die Modulationstiefe bei Frequenzen oberhalb 5 MHz ausfällt. Lediglich bei der Filmaufzeichnung muß man ja anstreben, ein möglichst scharfes Bild auf dem Film zu bekommen. Dabei lassen sich durchaus größere Bandbreiten verwenden, als sie der Übertragungsnorm entsprechen. Die Anteile der höheren Frequenzen tragen jedoch meist zur Schärfe wenig bei, da sie bei dem heutigen Stand der Technik der Abtastgeräte gering sind. Diese kurzen Betrachtungen beziehen sich auf die Schärfe in horizontaler Richtung. Für den 35-mm-Lichtpunktabtaster wird in horizontaler Richtung ohne Aperturkorrektur eine Modulationstiefe von 80 bis 100% bei 5 MHz erreicht. Bei dem 16-mm-Abtaster liegen die Werte etwas schlechter. Ob eine Korrektur der Modulationstiefe (Aperturkorrektur) vorgenommen werden kann, ist nur eine Frage des Störabstandes. Dabei schneidet der 35-mm-Abtaster besser ab als der für 16-mm-Film. Bei dem Vidikonabtaster wurde bei 5 MHz mit Aperturkorrektur eine Modulationstiefe von 90 bis 100% erreicht, wobei der visuelle Störabstand infolge der feineren Struktur des Sehrosts immer noch größer ist als bei dem 16-mm-Lichtpunktabtaster. Allerdings ist die Anwendung einer Aperturkorrektur unbedingt notwendig. Die natürliche Modulationstiefe beträgt bei linearem Frequenzgang des Ver-

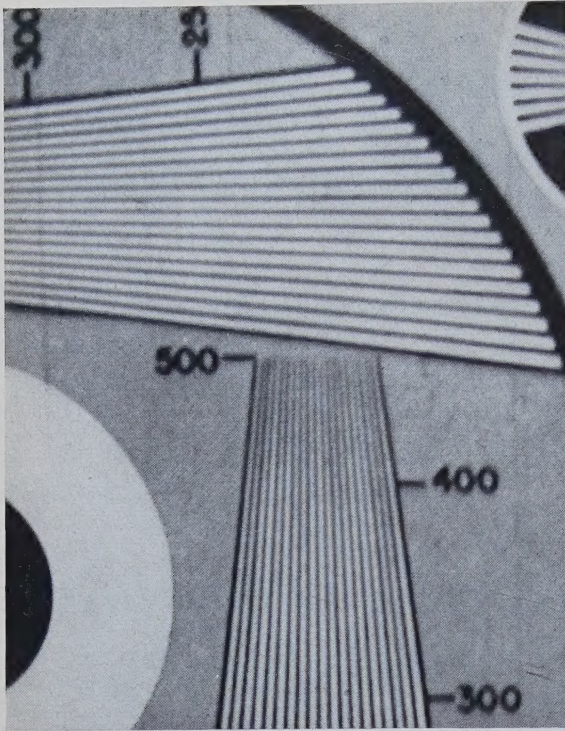


Abb. 1. Ausschnitt aus dem Schärfe-Test eines 16-mm-Testfilmes. Die Auflösung beträgt mindestens 500 Zeilen. Die Modulations-tiefe bei 5 MHz (400 Zeilen) ist 100 % (gemessener Wert)

stärkers für das Vidikon zur Zeit bei 5 MHz etwa 20 bis höchstens 30%, so daß eine Anhebung um das 5- bis 3,5fache bei 5 MHz notwendig ist.

In vertikaler Richtung schneidet zur Zeit der Lichtpunkt-Abtaster hinsichtlich der Schärfe erheblich besser ab als der Vidikon-Abtaster. Allerdings können sehr leicht durch das Laufwerk bedingte vertikale Schwankungen des Bildstandes beim Lichtpunkt-Filmabtaster auftreten, die letzten Endes die Auflösung in vertikaler Richtung vermindern, so daß die Bedeutung von Unterschieden in der vertikalen Auflösung geringer scheint. Inzwischen gibt es Möglichkeiten, eine Aperturkorrektur in vertikaler Richtung durchzuführen, wodurch einerseits zwar der Störabstand etwas vermindert wird, andererseits jedoch die vertikale Schärfe der des Lichtpunkt-Abtasters praktisch gleichkommt.

Die vorstehend angestellten Betrachtungen gelten für die Schärfe in der Mitte des Bildes. Zur Erreichung einer guten Randschärfe wurde beim Lichtpunkt-Filmabtaster eine Nachfokussierung in horizontaler Richtung eingebaut, in vertikaler Richtung ist sie nicht notwendig, da das Raster auf der Abtaströhre nur mit halber Höhe, also im Formatseitenverhältnis 1,5:4 geschrieben wird.

Beim Vidikon-Abtaster kann zur Erzielung optimaler Randschärfe ebenfalls eine Nachfokussierung vorgenommen werden. Dazu ist bei dem Vidikontyp 6326, wie er zur Filmabtastung von der RCA geliefert wird, eine besondere Elektrode eingebaut. Bei Anwendung der Nachfokussierung steht die Randschärfe der Mittelschärfe nur wenig nach, zumal der Ablenkswinkel im Vidikon recht klein ist.

Mit Rücksicht auf die an sich geringere Schärfe in vertikaler Richtung und mit Rücksicht auf das Bildformatseitenverhältnis 3:4 hat eine Nachfokussierung in vertikaler Richtung verhältnismäßig wenig Sinn. Wie weit die Nachfokussierung beim Wechseln einer Röhre gegen eine andere nachgestellt werden muß, wurde noch nicht genauer untersucht.

Der Aufwand für die Nachfokussierung ist beim Lichtpunkt-Abtaster verhältnismäßig groß. Es wird bei diesem sowohl Nachfokussierung durch Intensitätssteuerung des Konzentriefeldes als auch durch Steuerung der Anodenspannung der Abtaströhre durchgeführt. Für den Vidikon-Abtaster beträgt der zur Nachfokussierung notwendige Aufwand praktisch eine Doppeltriode mit einigen weiteren Bauelementen.

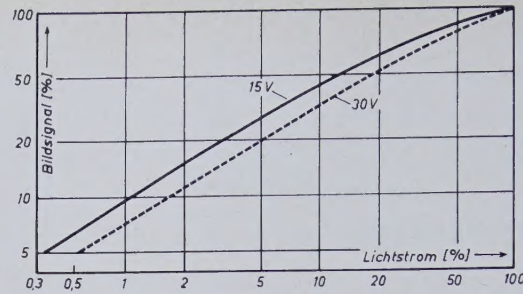
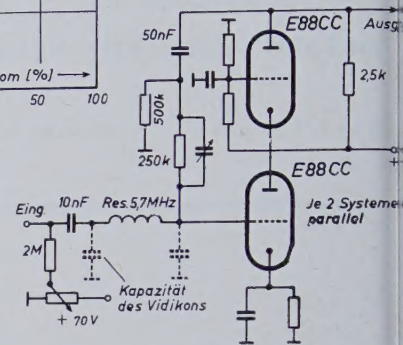


Abb. 2. Kennlinien des Vidikons bei verschiedener Spannung der Fotoschicht. Die Kennlinien wurden mit der optischen Bank durch Abstandsänderung der Lichtquelle aufgenommen

Abb. 3. Eingangsschaltung des besonders rauscharmen Vorverstärkers mit der E 88 CC



In horizontaler Richtung wird also die maximal mögliche Schärfe praktisch bei beiden Abtastern erreicht, in vertikaler ist sie bei dem Vidikon etwas geringer. Die vertikale Schärfe könnte durch ein Vidikon mit größerem Durchmesser verbessert werden. Es bleibt abzuwarten, ob es gelingt, ein solches Vidikon reproduzierbar mit genügender Gleichmäßigkeit der Fotoschicht herzustellen. Da die natürliche Schärfe in horizontaler Richtung auch besser sein wird, ist nur eine geringere Aperturkorrektur notwendig. Damit muß dann der Störabstand ansteigen. Dieser ist jedoch für das normale Vidikon so groß, daß sich eine Verbesserung nicht recht lohnt. Für 819 Zeilen allerdings wäre eine insgesamt bessere Schärfe wünschenswert, sofern man mehr als die für gleiche Horizontalauflösung notwendige Bandbreite

$$\Delta f = 5 \cdot \frac{819}{625} \text{ MHz überträgt, wie dies bei der französischen Norm für}$$

819 Zeilen der Fall ist, jedoch nicht in Belgien oder Luxemburg, wo die Übertragungsbandbreite für 819 Zeilen vom Sender zum Empfänger nur 5 MHz beträgt.

2. Auflösung

Im Fernsehen ist die mögliche Auflösung durch das zur Verfügung stehende Frequenzband gegeben. Die Auflösung beträgt für die Übertragung vom Sender zum Empfänger maximal 5 MHz. Man kann jedoch, ohne daß man eine Frequenzbandbegrenzung voraussetzt, die Auflösung des Vidikons und Lichtpunkt-Abtasters miteinander vergleichen. Mit Rücksicht auf den Störabstand ist man gezwungen, das Frequenzband des Vorverstärkers beim Vidikon-Filmabtaster steiler zu begrenzen als bei dem Lichtpunkt-Abtaster, bei dem der Schrot des Verstärkers für den Störabstand keine Rolle spielt. Die Auflösung des Vidikon-Abtasters ist praktisch mit 7 MHz begrenzt, während die des Lichtpunkt-Abtasters, insbesondere für den 35-mm-Film, etwa 10 MHz beträgt. Die höhere Auflösung ist aber infolge der Bandbegrenzung der Übertragungsanlage bei 5 MHz für den Heimempfänger ohne Bedeutung. Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem 16-mm-Testbild.

3. Gradation

Die Kennlinie der Fotozelle des Lichtpunkt-Abtasters ist bis zum Vielfachen des normal verwendeten Lichtstroms praktisch völlig linear. Die Gradationskennlinie ist daher weitgehend von den Betriebsbedingungen der Abtaströhre und Fotozelle unabhängig. Das ist zweifellos ein Vorteil. Man kann eine stets eindeutig wirksame Gradationsentzerrung im Verstärker anwenden und diese exakt nach der Kennlinie der Bildröhre einrichten.

Im Schrifttum findet man zuweilen die Angabe, daß das Gamma der Vidikonkennlinie konstant sei. Der Wert soll etwa 0,65 betragen. Genaue, bei der Fernseh GmbH durchgeführte Messungen zeigen jedoch, daß dies keineswegs richtig ist. Der angegebene Wert von 0,65 ist lediglich ein Mittelwert. In einer Originalarbeit der RCA findet man auch, daß die Kennlinie erheblich stärker gekrümmt ist, als einer reinen Potenzfunktion, z. B. $U_A = U_E^{0,65}$, entspricht. Der Verlauf der Kennlinie hängt bei voller Aussteuerung wesentlich von der Spannung der Fotoschicht des Vidikons ab. Es ergeben sich innerhalb eines Bildsignalbereichs von 0 bis 0,5 μA unterschiedliche Kennlinien, je

nachdem ob mit viel Licht bei kleiner Fotokatodenspannung oder mit weniger Licht bei entsprechend größerer Vorspannung gearbeitet wird. Abb. 2 zeigt zwei gemessene Kennlinien.

Wenn man eine konstante Gradation haben will, muß man daher den Lichtwert festlegen, mit dem man arbeiten will. Allerdings bleiben dann noch die verhältnismäßig großen Streuungen von Vidikon zu Vidikon als Unsicherheitsfaktor bestehen. Man erkennt aus dem Kennlinienverlauf, daß die Steilheit der Kennlinie im doppeltlogarithmischen Maßstab (Tangens des Neigungswinkels) etwa zwischen 0,7 und 0,35 schwankt. Für die Schattenpartien gilt der größere Wert, für die höchsten Lichter der kleinere. Tatsächlich ist bei einem Abtaster, in dem die Kennlinie des Vidikons nicht besonders entzerrt wird, im Vergleich zu dem Lichtpunktabtaster sofort die zu flache Lichtergradation erkennbar. In einem von der *Fernseh GmbH* entwickelten Filmabtaster wird daher die Kennlinie zunächst auf einen annähernd konstanten Wert von $\gamma = 1$ entzerrt, so daß man bei richtiger Betriebsweise und Aussteuerung des Vidikons dieselben Verhältnisse hat wie bei dem Lichtpunktabtaster. Es kann dann in einer folgenden Verstärkerstufe die übliche Gradationsregelung zwischen $\gamma = 1$ und $\gamma = 0,4$ vorgesehen werden. Damit ist dann die Gradation derjenigen des Lichtpunktabstasters gleichwertig. Der Aufwand zur Durchführung einer derartigen Schaltung zur Gradationsentzerrung ist natürlich etwas größer als bei dem Lichtpunktabtaster.*

4. Störabstand

Der Störabstand ist beim Lichtpunkt-Filmabtaster weitgehend durch die Lichterschwärzung des Films bestimmt. An sich ist der Abtastrohr einschließlich der Fotozelle beim Lichtpunktabtaster ein ganz bestimmter Störabstand eigen, wobei noch die spektrale Verteilung des Schrots für den Störeindruck eine erhebliche Rolle spielt. Bei vergleichenden Messungen des Störabstands muß stets eine Grenzfrequenzkette mit steiler Bandbegrenzung bei 5 MHz zwischen Abtaster und Meßgerät geschaltet werden. Außerdem wird der Wert für $\gamma = 1$ über die Abtastrohre (Fotozelle des Lichtpunktabstasters) und den Verstärker angegeben.

Bei dem Lichtpunktabtaster erreicht man bei einer Lichterschwärzung des Films von 0,2 einen völlig ausreichenden Störabstand, wenn man eine Abtastrohre von 10 cm Durchmesser bei einer Anodenspannung von 15000 V und einem Strahlstrom von 75 μA unter Verwendung eines Zinkoxydschirmes benutzt. Man kann durch Anwendung erheblich höherer Anodenspannungen noch größere Leuchtdichten auf dem Schirm der Abtastrohre erreichen und damit einen noch größeren Störabstand. Allerdings geht damit der Aufwand für den Betrieb der Abtastrohre sehr stark in die Höhe und damit auch der Herstellungspreis für den Abtaster.

Es kommt nun vor, daß die Lichterschwärzung in nicht besonders für das Fernsehen hergestellten bzw. kopierten Filmen bis zu 1 beträgt. Damit wird aber der Störabstand um den Faktor 1/2,5 schlechter gegenüber einem Film mit einer Lichterschwärzung von $D = 0,2$. Der zur Zeit in deutschen 16-mm-Filmabstastern bei $\gamma = 0,5$ für den Maximalwert des Bildsignals ($D = 0,2$) gemessene Störabstand beträgt 23 dB (Schwarz-Weiß-Sprung zu Schrot-Spitzenspannung). Wenn man diesen nun mit dem Störabstand für den Vidikon-Filmabtaster vergleicht, muß man dies bei gleicher γ -Einstellung tun. Die Änderung des Schrotpegels mit der Größe des Bildsignals ist dann bei beiden Abstastern etwa dieselbe. Daher kann ein für Weiß gemessener Störabstand in dieser Beziehung etwa gleich bewertet werden. Für den Lichtpunktabtaster ist bei einer Einstellung des Verstärkers auf $\gamma = 0,5$ der Absolutwert des Schrots in den Lichtern und Schatten des Bildes etwa gleich groß. Für das Vidikon liegt der Gammawert für gleichen Schrot in den Lichtern und Schatten etwas höher.

Bei letzterem beträgt der Störabstand ohne Anwendung einer Aperturkorrektur auf den Schwarz-Weiß-Sprung bezogen etwa 30 dB, wenn man wieder von dem im Oszillografen meßbaren Spitzenwert des Schrots ausgeht. Zugrunde gelegt ist ein Vorverstärker mit der Röhre E 88 CC, die bei einer Eingangskapazität von 10 pF bei Parallelschaltung der beiden Systeme eine Steilheit von 25 mA/V und damit einen sehr kleinen Rauschwert hat. Die besonders rauscharme Eingangsschaltung zeigt Abb. 3. Es ist eine Frage der Röhrenentwicklung, ob der Störabstand noch weiter verbessert werden kann. Bei voller Aperturkorrektur sinkt der Störabstand im Bildsignal auf optimal 23 dB.

Bei den Lichtpunktabstastern wird durch die Nachleucht kompensierung das Spektrum des Schrots nach hohen Frequenzen hin verdrängt. Die Verstärkung ist bei einer Frequenz von 5 MHz etwa um den Faktor 5 bis 8 größer als bei niedrigen Frequenzen. Der Vorverstärker des Vidikons zeigt noch eine erheblich stärkere Verdrängung des Schrots nach hohen Frequenzen, die zudem durch die Aperturkorrektur noch weitergetrieben wird. Dadurch wird der Schrot außerordentlich fein, weshalb der visuelle Störabstand sehr stark vergrößert wird. Bei fehlender Bandbegrenzung mißt man im Oszillografen, wenn man wiederum den Spitzenwert des Schrots betrachtet, einen verhältnismäßig schlechten Störabstand. Nach Frequenzbandbegrenzung ist jedoch der Wert so, daß im Bild praktisch kein Schrot mehr erkennbar ist.

Ein ganz entscheidender Vorteil des Vidikonabstasters ist es, daß dann, wenn sehr dichte Filme abgetastet werden sollen, eine große Lichtreserve in Gestalt einer Projektionslampe zur Verfügung steht. Die für den Vidikonabtaster verwendete Optik muß so weit (z. B. 1:8) abgeblendet werden, daß sie auf die Schärfe des Bildes keinen Einfluß mehr hat. Dies ist leicht möglich. Bei Verwendung einer Projektionslampe von 250 Watt kommt man so bei Filmen mit einer Lichterschwärzung von 0,2 mit einer Lampenspannung von etwa 100 V aus. Volle Lampenspannung bedeutet dann etwa zehnfaches Licht, so daß die Lichterschwärzung bei unverändertem Störabstand bis zu 1,2 betragen kann¹⁾. Der notwendige Lichtwert richtet sich noch danach, mit welcher Signalplattenspannung man arbeitet; sie muß ja mit Rücksicht auf die Trägheit der Fotoschicht so klein gewählt werden, daß das Nachziehen keine Rolle spielt. Die erforderlichen Werte streuen sehr stark und liegen zwischen 15 und 40 V. Man hat also die Möglichkeit, auch bei dichten Filmen recht gute Bilder zu erhalten. Der Störabstand ist unabhängig von der Filmdichte.

Bekannt ist beim Lichtpunktabtaster die Schrotfahne hinter Weiß-Schwarz-Sprüngen, die durch das Nachleuchten der Abtastrohre verursacht wird. Sie ist in Abb. 4 zu sehen. Beim Vidikonabtaster entfällt sie.

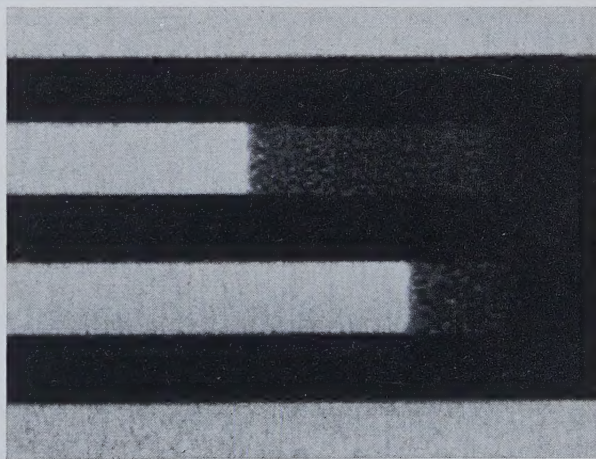


Abb. 4. Schrotfahne, wie sie bei dem Lichtpunktabtaster hinter jedem Weiß-Schwarz-Sprung infolge der Nachleuchteigenschaften des Leuchtschirmes der Abtastrohre zu sehen ist. Sie wird beim Vidikonabtaster vermieden

5. Struktur des Untergrunds

Wendet man verhältnismäßig kleine Leuchtschirme bei Lichtpunktabstastern an, so tritt die Struktur des Leuchtschirms im Bild bereits geringfügig in Erscheinung, was eine Verminderung des Störabstandes bedeutet. Vergrößert man jedoch zur Vermeidung der Sichtbarkeit der Schirmstruktur die Fläche des Abtasttrasters, so nimmt bei sonst gleichen Betriebsbedingungen zwangsläufig die Leuchtdichte ab, und der Verlust muß durch Vergrößern der Hochspannung und der Ablenkleistung bei erheblichem Mehraufwand ausgeglichen werden.

Es ist schwierig, beim Vidikon völlig struktur- und fleckenfreie Fotoschichten zu erzeugen. Deshalb bleibt gar nichts anderes übrig, als

¹⁾ Bei der Regelung der Lampe ergibt sich allerdings ein kleiner Nachteil. Die Spektralverteilung des Lichtes ändert sich dabei erheblich, so daß sich auch bei der Abtastung von Farbfilmen die den einzelnen Farben zukommenden Grauwerte mit Veränderung der Lampenspannung ändern. Im Prinzip kann man das Licht auch dadurch regeln, daß man eine Blende oder Graufilter anwendet, jedoch ergeben sich dabei ungünstigere Erwärmungsverhältnisse für den Film, der ja nach Möglichkeit auch im Stillstand abtastbar sein soll, ohne daß er durch die Wärme zerstört wird.

die für die Filmabtastung benutzten Vidikonröhren entsprechend auszusuchen. Für die Röhren, die die Anforderungen nicht ganz erfüllen, gibt es jedoch zahlreiche Verwendungszwecke bei dem industriellen Fernsehen, so daß durch die zu stellenden Forderungen praktisch kein wesentlich höherer Fabrikationsausschuß in Kauf genommen werden muß als bei der Herstellung von Abtaströhren.

6. Störsignale

Beim Lichtpunktabtaster kann ungleichmäßige Rasterhelligkeit dadurch entstehen, daß die Fokussierung am Rande des Rasters nicht genau den gleichen Wert wie in der Mitte hat. Insbesondere bei kleinen Abtaströhren ist die Leuchtdichte auf dem Leuchtschirm stark von der Strahlkonzentrierung, d. h. von der Stromdichte im Abtaststrahl, abhängig. Es ist also eine sehr sorgfältige Nachfokussierung für den Rand des Rasters notwendig. Diese Schwierigkeit besteht auch wieder in geringerem Maße für größere Abtaströhren. Der Grund liegt in Sättigungserscheinungen im Leuchtschirm.

Weiterhin können Helligkeitsunterschiede dadurch entstehen, daß die Schirmdicke nicht ganz gleichmäßig ist.

Beim Vidikon ist es schwierig, eine genügend gleichmäßige Fotoschicht zu erzielen. Auch kommen erhebliche Abschattungen, vor allem auch Randaufhellungen vor. Sie wurden bis zu einer Größe des halben Schwarz-Weiß-Sprunges beobachtet. Auch da hilft entsprechendes Aussuchen der Röhre. Bis zu einem gewissen Grade können bei dem Vidikon Ungleichmäßigkeiten durch die Strahlausrichtung beseitigt werden. Allerdings wird dabei unter Umständen die Geometrie in unerwünschter Weise beeinflusst. Dagegen ist im Gegensatz zu dem Superorthikon eine wesentliche Beeinflussung der Schärfe durch die Ausrichtung nicht erkennbar. Insbesondere wurden bei einigen Vidikonröhren stark störende, von der Abtastrichtung abhängige Abschattungen in vertikaler Richtung beobachtet. Eine Drehung des Vidikons um 180° schafft oft Abhilfe, weshalb es von Vorteil ist, die Möglichkeit für eine solche Drehung am Spulensystem vorzusehen. Im allgemeinen wirken sich derartige Abschattungen, wenn sie nicht allzu groß sind, im Bild visuell wenig aus. Unschön sind jedoch Randaufhellungen.

7. Bildstand

Insbesondere beim 16-mm-Lichtpunktabtaster ist es mechanisch recht schwierig, einen einwandfreien Bildstand zu erreichen. Die zugelassenen Toleranzen der Perforation sind so groß, daß schon allein dadurch eine Bildstandschwankung von mehr als einer Zeile verursacht werden kann, die durch das Laufwerk möglichst nicht vergrößert werden sollte. Wie eingehende Untersuchungen gezeigt haben, ist eine Bildstandkorrektur durch eine elektrische Regeleinrichtung, die auf die vertikale Lage des Rasters einwirkt, nur zu einem geringen Prozentsatz möglich. Derartige elektrische Regeleinrichtungen bei Filmabstastern mit optischem Ausgleich wurden in Amerika mit sehr gutem Erfolg angewendet. Leider sind für den Lichtpunktabtaster nicht die gleichen Bedingungen für die Durchführung solcher Regelschaltungen gegeben. Ein guter Bildstand kann praktisch nur durch äußerste Präzision und gegebenenfalls durch den Einbau von Schwungmassen im Getriebe des Abtasters erreicht werden.

Für die Durchführung einer Filmabtastung mittels Vidikonkamera können, wie schon erwähnt, normale Projektoren mit Schrittschaltung verwendet werden, die zum Teil, soweit es sich um Präzisionsausführungen handelt, einen recht guten Bildstand zeigen, der praktisch nur von der Genauigkeit der Perforationslöcher abhängt. Die in der Perforation zugelassene Toleranz wird oft nicht ausgenutzt, so daß sich ohne allzu großen Aufwand ein sehr guter Bildstand ergeben kann. Zu seiner Kontrolle sollten nur in der Perforation einwandfreie Testfilme verwendet werden.

8. Geometrie

Beim Lichtpunktabtaster ist die Geometrie nur von der Gestaltung der äußeren Ablenkmittel abhängig. Sie läßt sich praktisch beliebig gut machen. Besondere Maßnahmen zur Kissenentzerrung des Rasters, das ja auf einen völlig planen Bildschirm geschrieben wird und deshalb eine Kissenverzerrung zeigt, sind notwendig. Demgegenüber ist die Geometrie bei der Vidikonröhre nicht ganz so gut zu beherrschen, da sie auch zum Teil von der Justierung der Elektroden im Vidikon abhängig ist. Die Unterschiede von Vidikon zu Vidikon sind jedoch gering. Infolge der Durchdringung von Ablenkfeld und Konzentrierfeld wird leicht eine S-Verzerrung erhalten. Durch eine ganz bestimmte Lage des Vidikons innerhalb des Konzentrierfeldes läßt sich aber praktisch die S-Verzerrung auf ein nicht mehr störendes Maß

herunterdrücken. Die Form der Ablenkspulen muß bei dem Vidikonabtaster sehr exakt sein. Die Spulen müssen eckig gewickelt, die Längsleiter völlig gerade sein. Es wird dann eine Geometrie erhalten, die den an ein Studiogerät zu stellenden Forderungen genügt. Eine sehr präzise Ausführung des Ablenk- und Konzentriersystems ist notwendig und außerdem eine genau reproduzierbare Lage des Vidikons innerhalb des Systems. Die Präzision des Ablenksystems ist auch von besonderer Bedeutung für den Bau von Vidikon-Farbfilmabstastern mit drei Vidikonröhren. Die Raster müssen dabei exakt zur Deckung gebracht werden können (siehe A 11).

9. Mikrofonie

Ein Fehler, der insbesondere beim Vidikon-Filmabtaster eine Rolle spielen kann, ist die Mikrofonie des Vidikons. Filmprojektoren mit Schrittschaltwerk verursachen oft erhebliche Vibrationen der Vidikon-Kamera. Einen genügend erschütterungsfreien Lauf des Filmprojektors zu erreichen, kann je nach verwendetem Projektor recht schwierig sein. Bei einigen Röhren wurden infolge nicht genügender Stabilität des Strahlsystems Störstreifen im Bild beobachtet. Wieweit dies bei gegebenem Projektor eintritt, ist eine Aufbaufolge und Frage der Halterung des Vidikons, speziell am hinteren Ende.

10. Abtastung im Stillstand und bei Filmrücklauf

Zuweilen ist es erwünscht, das Filmbild im Stillstand des Films abzutasten. Dies ist beim Vidikon-Filmabtaster ohne weiteres möglich, wenn dafür gesorgt ist, daß keine zu starke Erwärmung des Films auftritt. Beim Übergang vom laufenden Film zum Stillstand muß das Licht auf etwa $\frac{2}{3}$ vermindert werden, da die Speicherzeit größer wird. Beim Lichtpunkt-Filmabtaster fällt jedoch bei Filmstillstand die Hälfte der vertikalen Abtastbewegung fort, so daß das auf der Bildröhre erscheinende Bild in vertikaler Richtung um den Faktor 2 gedehnt wird. Um ein vollständiges Bild zu erhalten, müßte die Ablenkamplitude auf der Abtaströhre in vertikaler Richtung auf den doppelten Wert gebracht werden.

Bei dem Vidikonabtaster ist Filmrücklauf ohne weiteres möglich. Die Bilder erscheinen lediglich in umgekehrter zeitlicher Folge.

Beim Lichtpunktabtaster muß jedoch die Richtung der vertikalen Ablenkung umgekehrt werden. Damit kann in vielen Fällen eine Verschiebung des Rasters verbunden sein, so daß eine Nachjustierung der Rasterlage notwendig wird.

11. Farbfilmabtaster

Für Farbabtaster mit drei Vidikonröhren muß man fordern, daß alle drei Vidikonröhren (je eine für jede Grundfarbe) eine bis auf Unterschiede von etwa $\pm 5\%$ gleichmäßige Ausleuchtung geben. Das Aussuchen der Röhren mit genügender Gleichmäßigkeit macht erhebliche Schwierigkeiten. Bei größeren Abweichungen entstehen zonenweise Farbverfälschungen. In amerikanischen Geräten wird daher in Vidikon-Filmabstastern für jeden Farbkanal eine vollständige elektrische Störsignalkompensation, die sägezahn- und parabelförmige Signale zum Videosignal zu addieren gestattet, eingebaut. Für eine Schwarz-Weiß-Apparatur dürfte sich das jedoch kaum lohnen. Der Aufwand wird zu groß.

Für einen Lichtpunkt-Farbfilmabtaster gelten diese Betrachtungen nicht. Ebenso besteht dabei nicht das Deckungsproblem für die drei Raster des Vidikon-Farbabtasters. Der Lichtpunkt-Farbfilmabtaster ist wesentlich einfacher als der mit drei Vidikonröhren. Leider braucht man zur Übertragung farbiger Bilder etwa das fünf- bis zehnfache Licht. Diesen Faktor beim Lichtpunktabtaster zu verwirklichen, ist nur mit gegenüber dem Schwarz-Weiß-Abtaster erhöhtem Aufwand zur Erzeugung eines genügend hellen Rasters möglich. Bei Verwendung des Vidikons läßt sich der Lichtverlust durch eine entsprechend hellere Lampe leicht ausgleichen.

(Wird fortgesetzt)

Schrifttum

- Heimann, W.: Eigenschaften und Anwendungen von Fernsehbildaufnahmeröhren mit Widerstandsfotoschichten. AEÜ Bd. 9 (1955) S. 13—19
Heimann, W.: Zum Problem der Nachwirkungserscheinungen im Vidikon. AEÜ Bd. 10 (1956) S. 73—76
Korzanowski, H. N.: Vidikon Film Reproduction Cameras. SMPTE J. Bd. 62 (1954) S. 153—162
Mayer, N.: Filmabtastung mit dem Vidikon. ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU Bd. 9 (1955) S. 283—287
Dillenburg, W.: Einführung in die deutsche Fernsehtechnik. Berlin 1953, Fachverl. Schiele & Schön, S. 346—360 u. S. 416—424
Theile, R.: Filmabtastung im Fernsehen. AEÜ Bd. 8 (1954) S. 305—317

D. STEFFEN

NF - Schmalbandrauschgenerator

DK 533.72:537.525:621.373.029.4.018.422

1. Anwendungsgebiet und Vorteile des Schmalbandrauschgenerators

Für manche Messungen im Tonfrequenzbereich erweist sich die Verwendung von Rauschgeneratoren als vorteilhaft. Rauschgeneratoren treten an die Stelle der normalerweise bei solchen Arbeiten benutzten Sinusgeneratoren. Bei der Ermittlung von Lautsprecherfrequenzgängen zum Beispiel ergibt sich das Problem, daß man außer genauen Messungen im schalltoten Raum oftmals gern informatorische Messungen in normalen Räumen durchführen möchte. Verwendet man aber bei einer solchen Arbeit einen Sinusgenerator, so machen sich die stehenden Wellen im Raum störend bemerkbar. Die durch sie hervorgerufenen Maxima und Minima überlagern sich dem ohnehin meist nicht sehr glatten Frequenzgang. Es ergibt sich eine Kurve, aus der sich der eigentliche Frequenzgang nur mühsam und ungenau ablesen läßt. Wird an Stelle des Sinustons ein Rauschspektrum in der Umgebung der Meßfrequenz benutzt (Abb. 1b), so erhält man eine viel besser auswertbare Kurve. Der Lautsprecher wird nun nicht

bandiges Rauschspektrum liefert, dessen Lage sich im NF-Bereich kontinuierlich einstellen läßt. Da sich der Frequenzabstand der Eigenresonanzen eines Raumes mit zunehmender Frequenz nicht vergrößert, sondern sogar verringert, kann die Bandbreite des Rauschspektrums unabhängig von der jeweiligen Mittelfrequenz konstant gehalten werden. (Bei der Terzfiltermethode dagegen ist die relative Bandbreite konstant.) Bei konstanter Bandbreite läßt sich die Meßspannung leichter konstanthalten, und es ergibt sich ein einfacherer Aufbau des Generators. Dieser kann aus einer Rauschquelle, einem Selektivverstärker, der ein genügend schmales Rauschspektrum aussiebt und verstärkt, und aus einem Modulator bestehen, in dem das Rauschspektrum mit einer variablen Frequenz überlagert und so an eine beliebige Stelle des Tonfrequenzbereiches transponiert wird. Überlagert man bei einer solchen Anordnung die Meßspannung hinter dem Meßobjekt — also hinter dem Mikrofon bei einer Frequenzgangmessung — erneut mit der variablen Frequenz, so gelangt man wieder zu einer festen Frequenz. Man kann dann Störfrequenzen durch ein festes Filter aussieben.

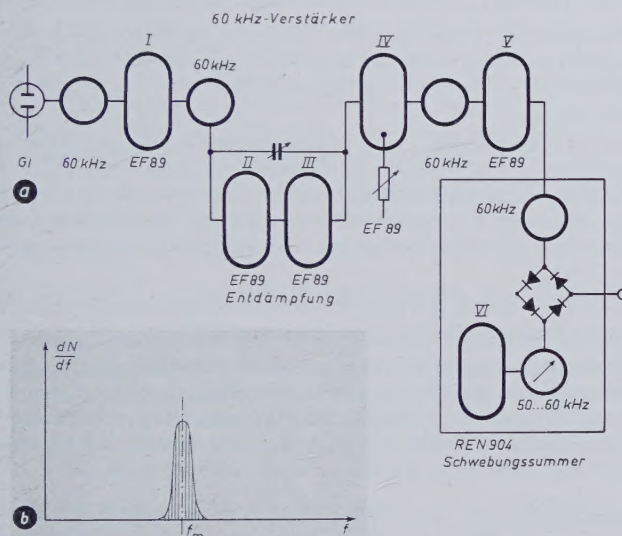


Abb. 1. a) Prinzipschaltung des Schmalbandrauschgenerators mit Glimmlampe als Rauschquelle, b) Rauschspektrum in der Umgebung der Meßfrequenz

mehr mit einer Einzelfrequenz, sondern mit sämtlichen Frequenzen im Bereich des Rauschspektrums beaufschlagt. Die Maxima und Minima innerhalb dieses Bereiches gleichen sich aus, und es entsteht eine erheblich glattere Kurve, aus der sich der wesentliche Verlauf des Frequenzganges ablesen läßt. Selbstverständlich werden bei einem solchen Verfahren nicht nur die Maxima und Minima infolge der stehenden Wellen, sondern auch ausgesprochen schmale Spitzen und Einbrüche im Frequenzgang „ausgebügelt“. Dieser Nachteil kann bei einer informatorischen Messung in Kauf genommen werden. Eine exakte Messung läßt sich nur im schalltoten Raum mit Sinustönen durchführen.

Das für die beschriebene Messung notwendige Rauschspektrum stellt man zum Beispiel dadurch her, daß man aus dem Spektrum eines Breitband-NF-Rauschgenerators einen entsprechenden Bereich mit Hilfe eines (umschaltbaren) Terzfilters aussiebt. Auf diese Weise erhält man jedoch nur einzelne Punkte des Frequenzganges und keine durchlaufende Kurve. Zudem ist die Bandbreite einer Terz für eine Frequenzgangmessung reichlich groß, so daß die Feinheiten im Frequenzgang zu stark verwischt werden. Für grob informatorische Messungen wird man aber mit Vorteil in der genannten Weise verfahren. Will man dagegen eine durchlaufende Kurve mit mehr Einzelheiten erhalten, so benötigt man einen Generator, der ein genügend schmal-

$$\text{Erste Überlagerung: } f_{\text{var}} - f_0 = f_{Nf}$$

$$\text{Zweite Überlagerung: } f_{\text{var}} - f'_{Nf} = f'_0$$

(f_0 = feste Mittelfrequenz im HF-Bereich, f_{var} = variable Frequenz im HF-Bereich, f_{Nf} = variable Mittelfrequenz im NF-Bereich, f'_{Nf} = variable Mittelfrequenz im NF-Bereich hinter dem Meßobjekt, f'_0 = feste Mittelfrequenz mit dem gleichen Amplitudengang wie f'_{Nf})

Ein solcher Generator mit kontinuierlicher Einstellung — mit oder ohne zweite Überlagerung — ermöglicht es auch, das Meßergebnis gleich als Kurve von einem Pegelschreiber aufzeichnen zu lassen.

Außer für Frequenzgangmessungen können Rauschgeneratoren auch mit Vorteil für Verzerrungsmessungen eingesetzt werden. Wird ein verzerrendes Meßobjekt mit einem Rauschspektrum geeigneter Bandbreite beaufschlagt, so entsteht bei geradzahlgiger Verzerrung ein Differenzrauschspektrum in der Nähe der Frequenz 0. Dieses kann mit Hilfe eines Tiefpasses ausgesiebt und gemessen werden. Bei Benutzung eines Rauschgenerators mit kontinuierlicher Einstellung kann das Ergebnis wieder mit dem Pegelschreiber über der Frequenz (Mittelfrequenz des Rauschspektrums) aufgezeichnet werden. Außer dem Differenzband lassen sich auch die verschiedenen Summenbänder zur Messung benutzen. Interessiert z. B. das Summenband in der Umgebung der n -fachen NF-Frequenz, so überlagert man hinter dem Meßobjekt mit der n -ten Harmonischen der variablen Frequenz aus dem Rauschgenerator. Dadurch wird das interessierende Summenband in die Umgebung einer festen Frequenz transponiert und kann durch ein festes Filter ausgesiebt werden.

$$f_{\text{var}} - f_0 = f_{Nf}$$

$$n \cdot f_{\text{var}} - n \cdot f'_{Nf} = n \cdot f'_0$$

Die Verzerrungsmessung mit Rauschgeneratoren hat den Vorteil, daß infolge der Vielzahl von Frequenzen mit ihren wechselnden Phasen- und Amplitudenbeziehungen die gegenseitige Kompensation von Verzerrungen verschiedener Ordnung eine viel geringere Rolle spielt. Um den gehörmäßigen Eindruck von Verzerrungen möglichst gut beurteilen zu können, ist zudem ein Meßverfahren erwünscht, das den Verhältnissen bei Sprache und Musik mit ihrer Vielzahl von Frequenzen und ihrer ständig wechselnden Frequenzzusammensetzung möglichst nahekommt. Diese Forderung aber wird bei der Verzerrungsmessung mit Rauschgeneratoren in gewissem Maße erfüllt.

Der für die obengenannten Messungen benötigte Rauschgenerator würde im Idealfall ein Rauschspektrum liefern, dessen Energie sich im jeweils gewünschten Band gleichmäßig verteilt, während außerhalb des Bandes keine Energie vorhanden ist (rechteckige Energieverteilungsfunktion). Praktisch dürfte aber eine Energieverteilung ausreichen, die einer entsprechend breiten „Resonanzkurve“ entspricht (s. Abb. 1 b).

2. Prinzipieller Aufbau

Einen Schmalbandrauschgenerator, also einen Generator, der in der Umgebung einer beliebig einstellbaren Frequenz aus dem Tonfrequenzgebiet ein Rauschspektrum geringer Bandbreite liefert, erhält man, wie beschrieben, folgendermaßen: Aus dem Rauschspektrum einer Rauschquelle (Glimmlampe, Diode, Widerstands- bzw. Kreisrauschen) wird ein schmales Frequenzband selektiv verstärkt. Das verstärkte Frequenzband wird wie beim Schwebungssummeer in einem Modulator mit einer variablen Frequenz überlagert und so an eine beliebige Stelle des Tonfrequenzbereiches transponiert. Ein solcher Generator nach Abb. 1a (s. S. 185) soll hier beschrieben werden.

Eine Glimmlampe dient als Rauschquelle. Auf die Glimmlampe folgt ein dreistufiger Resonanzverstärker (Röhren I, IV und V) mit drei Einzelkreisen. Zwischen dem 2. Kreis und der Röhre IV ist eine Entdämpfungsschaltung angeordnet, die den 2. Kreis entdämpft, um eine genügend kleine Bandbreite zu erzielen. Ferner erlaubt es diese Entdämpfungsschaltung, verschiedene Bandbreiten einzustellen. Die Verstärkung von Röhre IV läßt sich zum Einstellen einer passenden Größe der Rauschspannung einregeln.

Als Modulationsstufe wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen ein normaler Schwebungssummeer benutzt, dessen Festoszillator durch die Rauschquelle und den Selektivverstärker ersetzt wurde. Damit war die Resonanzfrequenz des Selektivverstärkers auf etwa 60 kHz festgelegt. Die letzte Röhre (V) des Resonanzverstärkers arbeitet auf den Schwingkreis des Festoszillators.

3. Rauschquelle

Als Rauschquelle wurde eine Signalglimmlampe *Osram 75 700* verwendet, deren eingebauter Vorwiderstand entfernt wurde. Der Innenwiderstand der Glimmlampe ist bei 60 kHz und 0,75 mA Glimmlampengleichstrom etwa 50 k Ω ; er hat einen Phasenwinkel in der Größenordnung von 20° induktiv. Der Innenwiderstand ist bei mäßigem Glimmlampengleichstrom — bis zu mehreren mA — etwa umgekehrt proportional dem Glimmlampengleichstrom. (Da die Brennspannung einer Glimmlampe vom Strom weitgehend unabhängig ist, ist auch der Gleichstromwiderstand umgekehrt proportional dem Glimmlampenstrom.) Die Rauschspannung der Glimmlampe hat bei 10 Hz Bandbreite die Größenordnung von 1 μ V.

4. Schwingkreise

Durch geeignete Anzapfung des Eingangsschwingkreises (Abb. 3) wurden Glimmlampe ($I_{G1} = 0,75$ mA) und Schwingkreis aneinander angepaßt (bei Einschalten der Glimmlampe steigt die Bandbreite des

Kreises auf das Doppelte). Um die Rauschspannung der Glimmlampe möglichst stark heraufzutransformieren, wurde die Kreiskapazität des ersten Kreises klein gewählt. Der zweite und dritte Schwingkreis wurden im Hinblick auf hohe Güte dimensioniert, damit der Verstärker möglichst schmalbandig ist. Die Scherung der Kerne (Ferritkern „M 42“) wurde so eingestellt (Luftpalt), daß sich eine möglichst große Güte ergab.

Die Bandbreite der Kreise ist außerdem von verschiedenen Faktoren (wie Art des Einbaus und der Abschirmung, Größe der HF-Spannung, Stärke der Gleichstromvormagnetisierung und Innenwiderstand der angeschlossenen Röhren) abhängig. Betriebsmäßig liegt die Bandbreite des 2. und 3. Kreises bei geringen HF-Spannungen in der Größenordnung von 200 Hz. Um noch geringere Bandbreiten zu erreichen, ist an den zweiten Kreis des Verstärkers eine einstellbare Entdämpfungsschaltung angeschlossen. Auf diese Schaltung wird weiter unten noch näher eingegangen.

5. Verstärkung

Da die Spannungsverstärkung zwischen Glimmlampe und Schwingkreis im Schwebungssummeer bei kleinen Bandbreiten in der Größenordnung von 10^7 liegt und auch bei der größten einstellbaren Bandbreite noch über 10^6 beträgt, ist die Schwingneigung der Anlage sehr groß und erfordert besondere Maßnahmen (getrennte Chassiszellen für die einzelnen Stufen, Kupferabschirmungen um die Spulen, doppelte Schirmung des Eingangskreises, geeignete Anordnung der einzelnen Spulenachsen, Beachtung der Gitteranodenkapazität usw.).

Für den Aufbau des Rauschgenerators bestehen zwei Möglichkeiten:

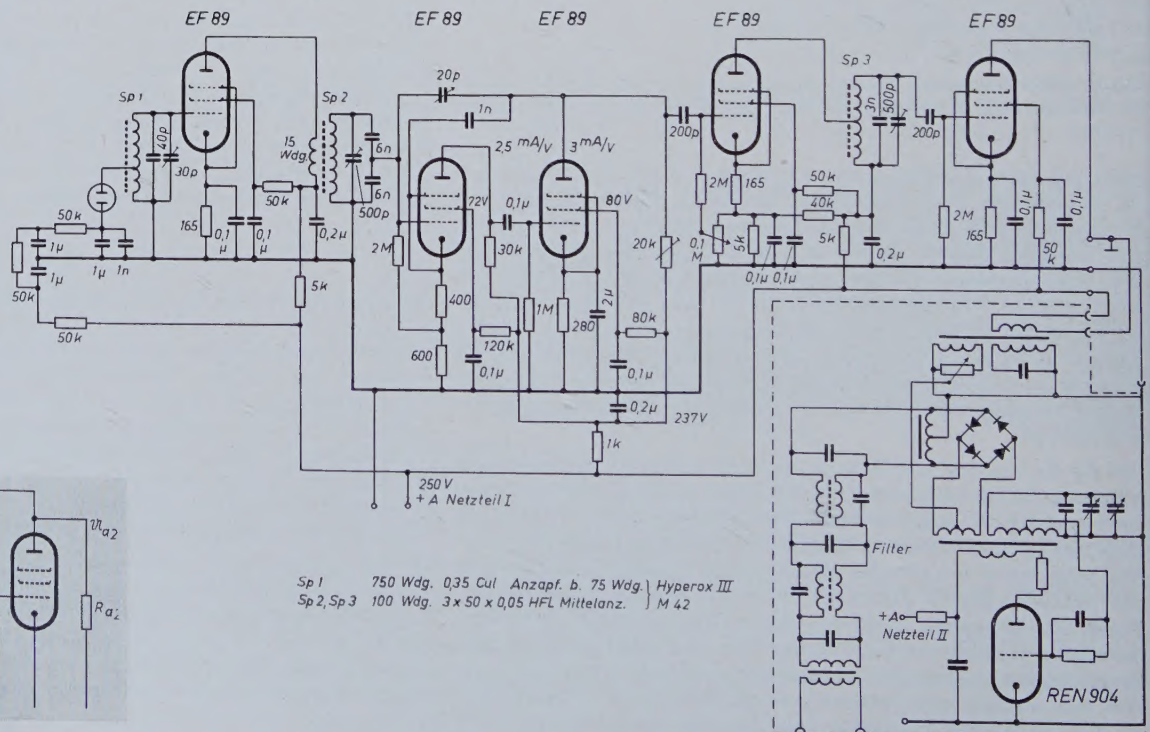
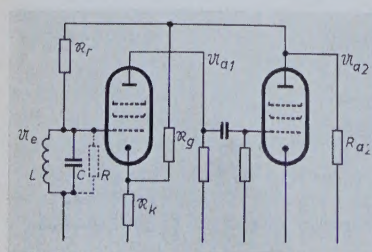
1. Das gewünschte Band aus dem Spektrum der Rauschquelle wird in einem Geradeausverstärker ausgesiebt und verstärkt und dann im Modulator an die jeweils gewünschte Stelle des NF-Bereiches umgesetzt.
2. Das gewünschte Band aus dem Spektrum der Rauschquelle wird zunächst auf der Frequenz f_1 verstärkt und ausgesiebt. Dann wird es in einer Überlagerungsstufe auf die feste Frequenz f_2 umgesetzt, um auf dieser Frequenz weiterverstärkt und schließlich im Modulator an die jeweils gewünschte Stelle des NF-Bereiches umgesetzt zu werden.

Möglichkeit 1 erfordert den geringeren Aufwand, ergibt aber Schwierigkeiten wegen der hohen Geradeausverstärkung.

Möglichkeit 2 dagegen erfordert größeren Aufwand, umgeht aber die Schwierigkeiten der hohen Geradeausverstärkung, da die Verstärkung auf zwei Frequenzen aufgeteilt ist. Andererseits entstehen aber bei dieser Möglichkeit Schwierigkeiten dadurch, daß an der Mischröhre

Abb. 3.
Schaltschema des Schmalbandrauschgenerators

Abb. 2 (unten). Entdämpfungsschaltung (ähnlich der des Hewlett-Packard-Frequenzanalysators)



die Oszillatorspannung etwa 1000 mal größer ist als die Nutzspeisung, so daß die nachfolgenden Kreise wahrscheinlich nicht ausreichen, um die Oszillatorspeisung hinreichend auszusieben. Zusätzliche Kreise oder andere Maßnahmen würden dann erforderlich werden. Um Rückwirkungen zu vermeiden, ist ferner darauf zu achten, daß weder f_1 und f_2 in ganzzahligen Verhältnissen zueinander stehen, noch daß f_1 oder f_2 im NF-Bereich (Rückwirkungen vom Ausgang des Rauschgenerators) liegen.

Der beschriebene Rauschgenerator ist entsprechend Möglichkeit 1 aufgebaut, enthält also einen Geradeausverstärker. Falls man nicht durch Verwendung eines vorhandenen Schwebungsummers als Modulator festgelegt ist, wird man die Resonanzfrequenz des Geradeausverstärkers möglichst klein — aber nicht innerhalb des NF-Bereichs — wählen. Man erzielt dann die erwünschte Bandbreite mit geringerer Entdämpfung und erreicht damit höhere Stabilität. Bei Anwendung von Möglichkeit 2 gilt entsprechendes für eine der Frequenzen f_1 oder f_2 .

6. Entdämpfungsschaltung

6.1 Zweck

Die an den zweiten Schwingkreis angeschlossene Entdämpfungsschaltung ist notwendig, um beim Resonanzverstärker eine genügend kleine Bandbreite zu erzielen. Sie ermöglicht — wie bereits erwähnt — das Einstellen verschiedener Bandbreiten.

6.2 Prinzip

Da die Bandbreite bis in den Bereich von 10 Hz, also etwa im Verhältnis 1:20, herabgesetzt werden soll, muß die Entdämpfungsschaltung äußerst stabil arbeiten. Aus diesem Grunde wird eine Schaltung mit Rückkopplung auf den Schwingkreis und gleichzeitiger kräftiger frequenzunabhängiger Gegenkopplung, ähnlich der, die *Hewlett-Packard* in seinem Frequenzanalysator („300 A“) benutzt, angewandt. Ihre Grundschialtung zeigt Abb. 2.

Sie arbeitet folgendermaßen: Die beiden Röhren bilden zusammen einen Verstärker, der über den Spannungsteiler aus R_g und R_k stark gegengekoppelt ist. An der Katode der ersten Röhre liegt die Wechselspannung

$\frac{R_k}{R_k + R_g} u_{a2}$. Die Wechselspannung am Gitter unter-

scheidet sich davon um diejenige Spannung, die dem nicht gegengekoppelten Verstärker zugeführt werden muß, um am Ausgang die Spannung u_{a2} hervorzurufen. Da die Verstärkung groß ist gegenüber der Abschwächung durch den Spannungsteiler, ist diese Spannungsdifferenz sehr gering, und Gitter- und Katodenwechselspannung stimmen praktisch überein. Die Verstärkung unter Berücksichtigung

der Gegenkopplung ist also $\frac{R_k + R_g}{R_k}$. Die Spannungsdifferenz

zwischen der Anode der zweiten und dem Gitter der ersten Röhre ist also $\frac{R_g}{R_k} u_e$ (u_e = Spannung am Eingang der Schaltung). Sie treibt

durch den Widerstand R_r den Strom $\frac{R_g}{R_r R_k} u_e$. Dieser dem Gitter der ersten Röhre zugeführte Strom kann den durch den Wirkleitwert des Schwingkreises abfließenden Strom $\frac{1}{R} u_e$ mehr oder minder

kompensieren. Abb. 4 und 5 zeigen die Spannungsdiagramme für R_g und R_k reell bzw. R_g kapazitiv und R_k reell. Bei *Hewlett-Packard* sind die Widerstände im Rückkopplungs- und Gegenkopplungsweig im wesentlichen ohmisch. Hier wurden beliebige komplexe Widerstände angesetzt.

Eine genauere Rechnung ergibt für den effektiven Leitwert des entdämpften Schwingkreises

$$\frac{1}{R_{\text{eff}}} = j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R_r} - \frac{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2}{R_r (1 + p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2)}$$

$$= j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R_r} - \frac{1}{p R_r} + \frac{1}{p R_r (1 + p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2)}$$

Dabei ist R = Resonanzwiderstand des Kreises allein, R_r = komplexer Widerstand im Rückkopplungsweig, $p = \frac{R_k}{R_k + R_g}$ = kom-

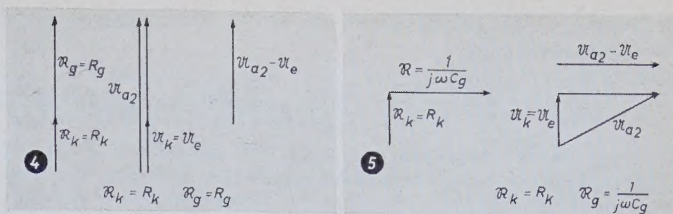


Abb. 4. Spannungsdiagramm für R_g und R_k reell. $u_{a2} - u_e$ ist in Phase mit u_e ; ein reeller Widerstand R_r würde also dem Gitter der ersten Röhre einen mit u_e phasengleichen Strom zuführen. Spannungsdiagramm für R_g kapazitiv und R_k reell.

Abb. 5. $R_k = \mathfrak{R}_k$; $R_g = \frac{1}{j\omega C_g}$; $u_{a2} - u_e$ eilt u_e um 90° nach; ein kapazitiver Widerstand R_r würde also dem Gitter der ersten Röhre einen mit u_e phasengleichen Strom zuführen

plexes Spannungsteilverhältnis des Gegenkopplungsweiges, R_k , R_g = die komplexen Widerstände des Spannungsteilers im Gegenkopplungsweig, \mathfrak{S}_1 = komplexe Verstärkung der ersten Röhre (unter Berücksichtigung der Gegenkopplung an der Katode durch den Anodenstrom dieser Röhre), \mathfrak{S}_2 = komplexe Verstärkung der zweiten Röhre, R_{eff} = effektiver Kreiswiderstand.

Der Leitwert, der durch Anschluß der Entdämpfungsschaltung dem Schwingkreis parallel geschaltet wird, ergibt sich daraus bei Vernachlässigung des Ausdrucks mit $1 + p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2$ im Nenner zu

$$\frac{1}{R_{\text{eff}}} = \left(j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R} \right) = \frac{1}{R_r} - \frac{1}{p R_r} = - \frac{R_g}{R_r R_k}$$

Mit dieser Vernachlässigung erhält man also den gleichen Ausdruck, wie er schon weiter oben abgeleitet wurde.

6.3 Auswirkung von Verstärkungsänderungen

Da sich infolge von Betriebsspannungsänderungen und anderen Einflüssen die Verstärkung der Röhren in der Entdämpfungsschaltung ändern kann, fragt sich, wie weit das auf die Entdämpfung Einfluß hat. Als Auswirkung einer solchen Änderung der Verstärkungen \mathfrak{S}_1 und \mathfrak{S}_2 verändert sich die kleine Wechselspannungsdifferenz zwischen Gitter und Katode der ersten Röhre entsprechend. Diese Spannungs-

differenz verhält sich zur Eingangsspannung etwa wie $\frac{1}{p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2} : 1$.

Die Auswirkung einer Verstärkungsänderung wird also im Verhältnis $\frac{1}{p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2} : 1$ verringert (wenn man jeweils mit relativen Änderungen rechnet). Andererseits ergibt sich der effektive Leitwert des Kreises als Differenz zweier Größen, so daß sich die (relative) Änderung einer

dieser Größen etwa entsprechend der Entdämpfung $\frac{R_{\text{eff}}}{R_{\text{Kreis}}}$ ver-

größert. Eine Verstärkungsänderung ruft folglich eine um den Faktor $\frac{R_{\text{eff}}}{R_{\text{Kreis}}} \cdot \frac{1}{p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2}$ kleinere bzw. größere Änderung des effektiven Kreis-

widerstandes hervor. Eine genauere Rechnung liefert die Gleichung

$$\frac{d R_{\text{eff}}}{R_{\text{eff}}} = \frac{d (\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2)}{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2} \frac{R_{\text{eff}} \left(j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R_r} - \frac{1}{R_{\text{eff}}} \right)}{1 + p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2}$$

$$= \frac{d (\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2)}{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2} \frac{\frac{R_{\text{eff}}}{R_{k,r}} - 1}{1 + p \mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2}$$

Dabei ist $R_{k,r}$ der komplexe Widerstand der Parallelschaltung aus dem Schwingkreis allein und R_r .

Bei der vorliegenden Schaltung ist \mathfrak{S}_1 etwa 20 (ohne Gegenkopplung durch den Anodenstrom der ersten Röhre an R_k ergäbe sich etwa 75) und \mathfrak{S}_2 etwa 7. Man erhält also bei 20facher Entdämpfung

$$\left(\frac{R_{\text{eff}}}{R_{\text{Kreis}}} = 20 \right) \text{ mit } |p| = 0,35 \text{ etwa } \frac{R_{\text{eff}}}{R_{\text{Kreis}}} - 1 = 19$$

$$\left| \frac{d R_{\text{eff}}}{R_{\text{eff}}} \right| = \left| \frac{d (\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2)}{\mathfrak{S}_1 \mathfrak{S}_2} \right| \cdot 0,40$$

Bei normaler Rückkopplung und nur 3facher Entdämpfung würde man dagegen erhalten

$$\frac{d \Re_{\text{eff}}}{\Re_{\text{eff}}} = \frac{d \Im}{\Im} \left(\frac{\Re_{\text{eff}}}{\Re_{\text{Kreis}}} - 1 \right); \quad \left| \frac{d \Re_{\text{eff}}}{\Re_{\text{eff}}} \right| = \left| \frac{d \Im}{\Im} \right| \cdot 2$$

d. h., die normale Rückkopplung wäre trotz etwa 7mal geringerer Entdämpfung etwa 5mal instabiler gegen eine Änderung der Verstärkung. Hinsichtlich der Stabilität der Entdämpfung sei noch hervorgehoben, daß sich (relative) Änderungen der Kreisgüte, des Rückkopplungskondensators und des Gegenkopplungsspannungsteilers

etwa entsprechend der Entdämpfung $\frac{\Re_{\text{eff}}}{\Re_{\text{Kreis}}}$ verstärkt auswirken.

Bei der vorliegenden hohen Entdämpfung machen sich also schon ziemlich geringe Änderungen störend bemerkbar. Aus diesem Grunde wurde die Spule des entdämpften Kreises samt Kern mit Wachs vergossen. Ferner können auch Rückwirkungen im Selektivverstärker die Stabilität der Entdämpfung herabsetzen.

6.4 Einstellung der Entdämpfung

Zur Einstellung der Entdämpfung und damit der Bandbreite bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten:

1. Die Verstärkung kann verändert werden.

Eine Herabsetzung der Verstärkung würde aber — insbesondere bei starker Gegenkopplung — zunächst im wesentlichen nur die Gegenkopplung verringern und damit die Schaltung weniger stabil machen.

2. Die Gegenkopplung kann verändert werden.

Um die Bandbreite zu vergrößern, müßte die Gegenkopplung vergrößert werden. Da die Gegenkopplung sowieso schon sehr kräftig ist, ist dies Verfahren weniger günstig (Gefahr der Selbsterregung).

3. Der Rückkopplungswiderstand kann verändert werden.

Diese Möglichkeit scheint die günstigste zu sein und wurde deshalb gewählt.

Es ist wünschenswert, daß der Kreis beim Einstellen der Bandbreite nicht verstimmt wird. Es darf sich also möglichst beim Einstellen

nur der Realteil des Ausdrucks $-\frac{\Re_g}{\Re_r \Re_k}$ ändern. Bei Verwendung

eines Potentiometers als \Re_r kann man das erreichen, wenn beim Verstellen die Änderung der Streukapazität — unter Berücksichtigung der Frequenz — hinreichend klein ist oder wenn die Änderung der Streukapazität hinreichend proportional zur Änderung des Realteil-

wertes ist ($\frac{\Re_g}{\Re_k}$ muß dann passend gewählt werden). Eine konstante

Streukapazität ist ohne Bedeutung, da dadurch nur ein konstanter

Leitwert $-j\omega C_{\text{Str}} \frac{\Re_g}{\Re_k}$ dem Kreis parallel geschaltet wird.

In dem zu beschreibenden Verstärker wurde ein anderer Weg beschritten.

Als \Re_r wurde ein Drehkondensator, als \Re_g ein Kondensator und als \Re_k ein ohmscher Widerstand verwendet. Der dem Schwingkreis zugeschaltete Leitwert

$$\frac{1}{\Re_{\text{eff}}} - \left(j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R} \right) = \frac{-j\omega C_r}{j\omega C_g R_k} = \frac{-C_r}{C_g R_k}$$

ist dann rein ohmsch und proportional zu C_r .

Unter Berücksichtigung des Ausdrucks mit $1 + p \Im_1 \Im_2$ im Nenner ergibt sich

$$\frac{1}{\Re_{\text{eff}}} - \left(j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R} \right) = \frac{\frac{1}{C_g} - \frac{\Im_1 \Im_2}{C_g} + j\omega R_k}{R_k + \frac{1}{j\omega C_g} + R_k \Im_1 \Im_2} \cdot C_r$$

Auch dieser genauere Ausdruck ist proportional zu C_r und kann bei geeignetem Phasenwinkel von $\Im_1 \Im_2$ (Anodenwiderstände mit kapazitiver Komponente) genau ohmsch gemacht werden. Damit sich bei dem Drehko C_r die Erdkapazität des schwingkreisseitigen Plattenpakets beim Einstellen möglichst wenig ändert (was zu einer Verstimmung des Kreises führt), wurden besondere konstruktive Maßnahmen getroffen. Völlig verhindern könnte man eine solche Verände-

rung der Erdkapazität, indem man den Drehkondensator in ein geschlossenes Metallgehäuse einbaut und dieses mit einem der beiden Plattenpakete verbindet.

Die Entdämpfungsschaltung wurde an eine kapazitive Anzapfung des Kreises gelegt, da die induktive Anzapfung eine Nebenresonanz bei hohen Frequenzen ergab. Die Verstärkung der Entdämpfungsschaltung zwischen Schwingkreis und Anode der zweiten Röhre (etwa 3fach) wurde für die Gesamtverstärkung des Rauschverstärkers mitausgenutzt. Mit Hilfe der Entdämpfungsschaltung läßt sich die Bandbreite des Resonanzverstärkers zwischen etwa 10 Hz und 165 Hz einstellen.

7. Die Schwankungen der Rauschspannung

Es liegt in der Natur des Rauschens, daß die Spannungsamplitude ständig schwankt. Genaugenommen treten — allerdings nur entsprechend selten — beliebig hohe Rauschspannungsspitzen auf. Praktisch erweist es sich aber als ausreichend, bei den in Frage kommenden Bandbreiten Spannungsspitzen von dem 6fachen der mittleren Rauschspannung (etwa dem 4fachen der Spitzenspannung einer Sinusspannung gleichen Mittelwerts) zu berücksichtigen.

Da bei größeren Spannungen der Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung des Resonanzverstärkers nicht mehr linear ist, muß die Verstärkung mit Hilfe des Katodenreglers an Röhre IV so eingestellt werden, daß auch die Rauschspannungsspitzen noch im einigermaßen linearen Teil der Verstärkercharakteristik liegen. Ferner muß darauf geachtet werden, daß auch der Modulator durch die Rauschspitzen nicht übersteuert wird. Davon kann man sich an Hand der Kurve der NF-Ausgangsspannung als Funktion der Eingangs- oder Ausgangsspannung des Resonanzverstärkers überzeugen. Schließlich darf auch nicht vergessen werden, daß sich bei zu großen Amplituden die Nichtlinearitäten des Ferrits ($\tan \delta$, μ) bemerkbar machen können.

Werden mit Hilfe des Schmalbandrauschgenerators Frequenzgänge aufgenommen, so erweisen sich die Schwankungen der Rauschspannungsamplitude als eine gewisse Störung. Bei Aufzeichnung des Frequenzganges mit Hilfe eines Pegelschreibers überlagern sich dem eigentlichen Frequenzgang unregelmäßige Zacken. Durch Einstellen einer großen Dämpfung, d. h. einer kleinen Schreibgeschwindigkeit am Pegelschreiber (z. B. *Brüel & Kjaer* „2304“), läßt sich die Größe der zusätzlichen Zacken in Grenzen halten. Bei geringer Bandbreite sind sie größer als bei großer Bandbreite. Der Grund dafür ist, daß bei geringer Bandbreite die Schwankungen langsamer erfolgen und deshalb durch die Dämpfung des Pegelschreibers weniger ausgeglichen werden. Bei Benutzung eines Röhrenvoltmeters muß ein Instrument mit genügender Trägheit benutzt werden.

8. Messungen

Bevor man Frequenzgänge mit dem Rauschgenerator aufnimmt, muß man feststellen, wie weit Frequenzgänge durch Verwendung des Rauschgenerators an Stelle eines Sinusgenerators verändert werden. Vergleichsmessungen im schalltoten Raum mit dem Rauschgenerator einerseits und einem Sinusgenerator andererseits zeigen, daß man mit der Bandbreite des Rauschens nicht über 20 Hz gehen sollte, damit unterhalb 1 bis 2 kHz die Einzelheiten im Frequenzgang nicht zu sehr verwischt werden. Ausgesprochen schmale Spitzen und Einbrüche werden allerdings auch bei dieser Bandbreite verkleinert. Bei Frequenzgangmessungen in normalen Räumen weist der Rauschgenerator dem Sinusgenerator gegenüber den eingangs beschriebenen Vorteilen einer viel glatteren und besser auswertbaren Kurve auf. Eine andere Möglichkeit, um die Störungen durch stehende Wellen herabzusetzen, ist die Verwendung eines (frequenzmäßig) gewobbelten Sinustons. Dabei müssen eine genügend niedrige Wobelfrequenz und ein genügend großer Wobbelhub gewählt werden, damit sich das Frequenzspektrum aus genügend vielen Einzelfrequenzen zusammensetzt. Bei zu großer Wobelfrequenz und zu kleinem Hub (und damit wenigen Frequenzen im Spektrum) unterscheiden sich die Kurven kaum von den mit ungewobbeltem Ton aufgenommenen. Andererseits darf die Wobelfrequenz nicht zu klein sein, da sonst der Pegelschreiber der Wobbelung folgt. Auch sollte der Hub nicht zu groß sein, da sonst die Einzelheiten des Frequenzganges verwischt werden. Ein Vergleich von Kurven, die mit gewobbeltem Sinuston bzw. mit dem Rauschspektrum aufgenommen worden sind, zeigt, daß die Kurven bei Benutzung des Rauschgenerators etwas geringere Schwankungen aufweisen.

Einfache lichtelektrische Nachführvorrichtung für astronomische Fernrohre

1. Arbeitsprinzip

Die dauernde exakte Ausrichtung eines langbrennweitigen Fernrohres auf einen Stern oder die Sonne stellt außerordentlich hohe Anforderungen an den mechanischen Antrieb. Die hinzukommende ungleichförmige scheinbare Bewegung des Gestirns infolge Refraktion der Erdatmosphäre sowie Änderungen seiner Deklination können auf mechanische Weise nicht kompensiert werden.

Es hat nicht an Bemühungen gefehlt, die Nachführung astronomischer Instrumente unter Zuhilfenahme von lichtelektrischen Vorrichtungen durch das Licht des Himmelskörpers selbst zu bewerkstelligen. Auf diese Weise finden auch die genannten ungleichförmigen Bewegungen und Deklinationsänderungen Berücksichtigung.

Das Prinzip solcher Anordnungen ist, auf die Sonne angewendet, das folgende: Ein fest mit dem Hauptfernrohr verbundenes Hilfsfernrohr bildet die Sonne in Form einer Kreisscheibe auf einer Blende ab. Hinter der Blende befinden sich zwei Fotozellenpaare, deren eines in Richtung der Stundenbewegung, das andere in Richtung der Deklination angeordnet ist. Solange die Sonne hinter der Blende bleibt, sind alle Zellen stromlos. Tritt der Sonnenrand über die Blende hinaus, so wird eine der Fotozellen belichtet. Ein elektronischer Verstärker sorgt dann dafür, daß ein Motor das Fernrohr schwenkt, bis die Sonne wieder hinter der Blende verschwindet. Dieser Regelmechanismus kann sowohl für die Stunden- als auch für die Deklinationsbewegung angewendet werden. Im allgemeinen wird man die Stundenbewegung durch einen mechanischen Antrieb besorgen und nur durch die lichtelektrische Vorrichtung korrigieren.

2. Anforderungen

Verschiedene Anordnungen, die zum Teil mit sehr großem elektrischen Aufwand beachtliche Nachführgenauigkeiten erreicht haben, wurden bereits beschrieben [1...3]. Die hier zu behandelnde Vorrichtung soll das Fernrohr ausschließlich der Sonne nachführen. Die gewünschte Genauigkeit ist etwa 2 bis 3 Bogensekunden. Der Durchmesser der Sonne ist zum Vergleich etwa 30 Bogenminuten. Das Gerät soll einfach und robust sein, da es auf einer südlichen Außenstelle [4] Verwendung findet, an der keine Fachkräfte zur technischen Überwachung und Reparatur verfügbar sind. Als Stromquelle für den Verstärker steht dort ein in Spannung und Frequenz stark schwankendes Wechselstromnetz zur Verfügung, mit dessen Ausfall gerechnet werden muß. Eine Rückgriffsmöglichkeit auf eine Batterie ist also erforderlich. Deshalb ist der Verstärker so konstruiert worden, daß er leicht auf Batteriespeisung umgestellt werden kann.

3. Optischer Teil

Der Aufbau des optischen Teiles¹⁾ ist aus der schematischen Abb. 1 und Abb. 2 ersichtlich. Durch das Hilfsfernrohr wird die Sonnenscheibe auf eine kegelförmige Ringblende von 20 mm Durchmesser abgebildet, und zwar so, daß der 0,1 mm breite Ringspalt in seiner

¹⁾ Eine ausführliche Beschreibung der optischen Gesamtanordnung wird in Z. f. Astrophys. erscheinen.

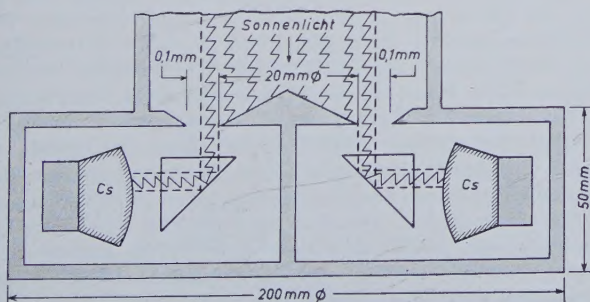


Abb. 3. Anordnung der Fotozellen am Hilfsfernrohr

DK 522.615:522.58

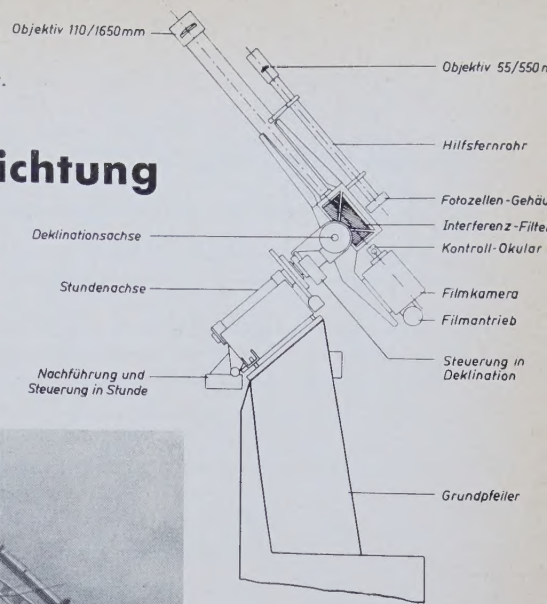


Abb. 1. Schematische Darstellung des H α -Kinematografen mit lichtelektrischer Nachführung

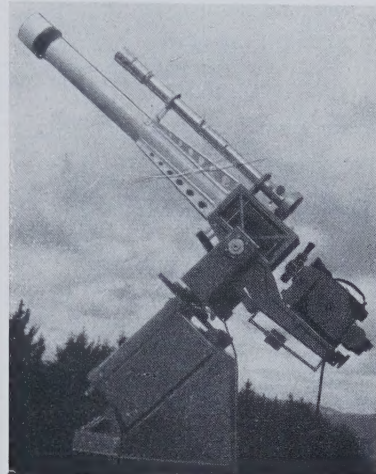


Abb. 2. H α -Kinematograf mit lichtelektrischer Nachführung

halben Breite vom Sonnenbild bedeckt wird (Abb. 3). Hinter dem Ringspalt befinden sich vier Umlenkprismen, die das einfallende Licht auf je eine Fotozelle lenken. Die ganze Anordnung ist von einem aus vier Sektoren bestehenden zylinderförmigen Gehäuse abgeschirmt. Ein fünfadriges Kabel stellt die Verbindung zu dem daneben aufgestellten Röhrenverstärker her.

4. Elektrischer Teil

Wie das Schaltbild der Abb. 4 zeigt, besteht der Verstärker aus zwei völlig gleichen Teilverstärkern. Der eine dient zur Korrektur des Stundenwinkels α , der andere zur Korrektur der Deklination δ .

Je zwei Fotozellen sind in Serie geschaltet und an eine regelbare Saugspannung gelegt. Man erhält somit die Brückenschaltung nach Abb. 5. Die Brücke ist abgeglichen, wenn beide Fotozellen gleich viel Licht empfangen. Es fließt dann in der als Mischröhre geschalteten EF 40 ein mittlerer Anodenwechselstrom I_0 . Die Mischung geschieht über das Schirmgitter mit der Wechselspannung von 12 kHz, die von dem mit einer ECC 40 bestücktem Oszillator erzeugt wird.

Die an der Anode der EF 40 abgegriffene mittlere Wechselspannung $U_0 = I_0 R$ wird durch die beiden Diodenstrecken der EB 41 in der Weise gleichgerichtet, daß zwei entgegengesetzt gepolte Richtspannungen ($+U_{r0}$ und $-U_{r0}$) entstehen. Mit einer durch P_α bzw. P_δ regelbaren Vorspannung U_V ergeben sich für die beiden EL 84 die Gitterspannungen $U_{g101} = U_{r0} - U_{V1}$ und $U_{g102} = -U_{r0} + U_{V2}$, die so negativ eingestellt werden, daß ein angezogener Relaisanker gerade wieder abfallen würde. Nimmt nun infolge ungleicher Belichtung der Fotozellen die mittlere Wechselspannungsamplitude U_0 um ΔU und damit die Richtspannung $\pm U_{r0}$ um ΔU_r zu bzw. ab, so wird das Relais derjenigen EL 84 eingeschaltet, deren Gitterspannung U_{g1} einen bestimmten Wert überschreitet.

Ist dagegen die Belichtung beider Fotozellen infolge starken Dunstes, Nebels oder Bewölkung sehr schwach oder gleich Null, so wird die Brückenschaltung durch die den Fotozellen parallel liegenden Widerstände im Gleichgewicht gehalten.

Die Empfindlichkeit der beschriebenen Nachführvorrichtung läßt sich mittels der vier Gitterspannungspotentiometer P_1 bis P_4 einregulieren und soweit steigern, daß eine durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs fliegende Mücke dieses bereits in Bewegung setzt.

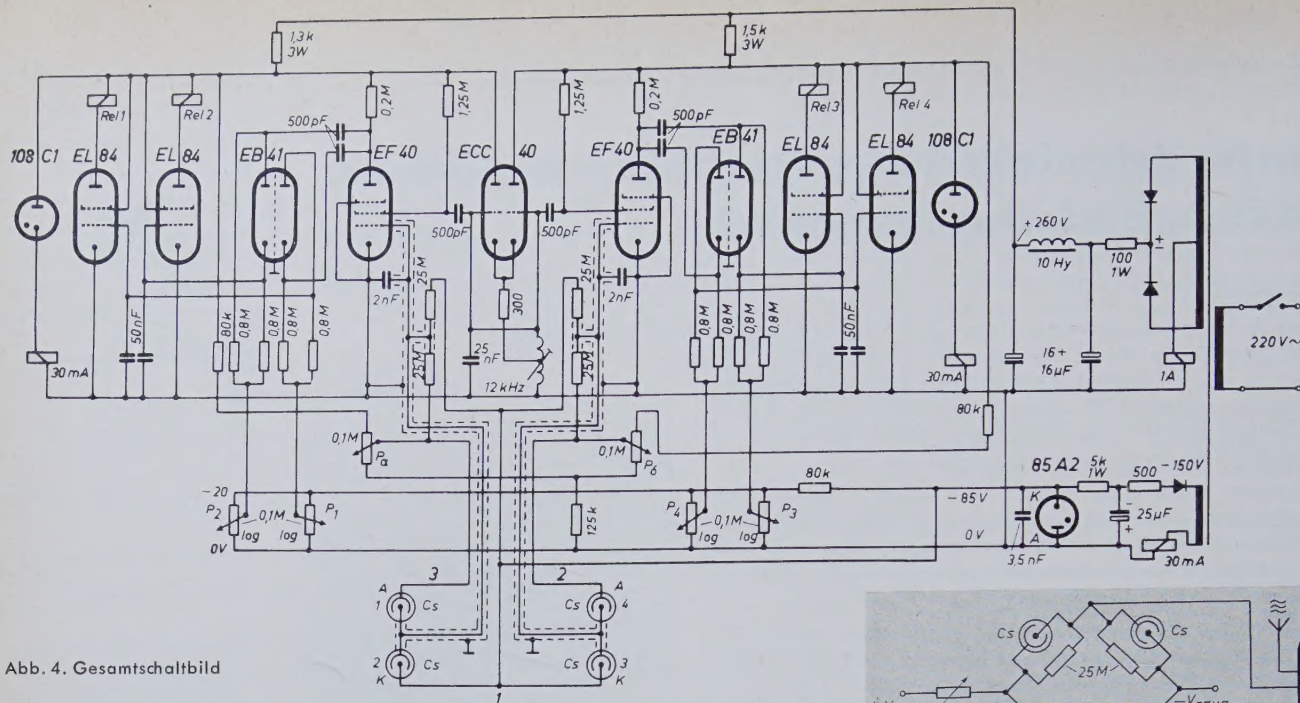


Abb. 4. Gesamtschaltbild

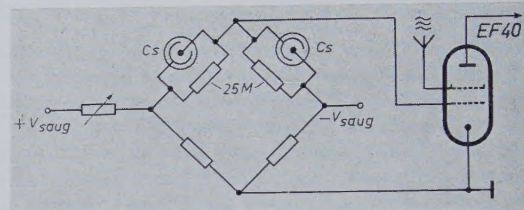
Beim Netzteil wird die mittels einfacher Stabilisatorröhren 108 C 1 geregelte Anodenspannung durch einen Bimetallschalter erst dann eingeschaltet, wenn die Röhren durch genügende Aufheizung ihrer Katoden leitend geworden sind, um dadurch die Stabilisatorröhren sofort entlasten zu können.

Soll das Gerät mit Batterien betrieben werden, so ist außer für die Heizung der Röhren aus einem Akkumulator eine Stromquelle von etwa 140 V Spannung und 35 W Leistung erforderlich. (Die Fotozellen-Saugspannung wird dann aus der mittels einer EL 42 verstärkten Oszillatorwechselspannung der ECC 40 durch Gleichrichten gewonnen.)

5. Ergebnis

Die hier beschriebene Einrichtung ist jetzt seit etwa einem Jahr auf der Insel Capri ununterbrochen in Betrieb und hat sich gut bewährt,

Abb. 5. Brückenschaltbild der Fotozellen



insbesondere bei der kinematografischen Aufnahme der Sonne (Bildabstand etwa 5 s). Starke Netzspannungsschwankungen von etwa $\pm 20\%$ haben den Betrieb nicht wesentlich stören können.

Schrifttum

- [1] Fowler, F. E., u. Johnson, D. S.: Servo Guider for Solar Telescopes. Electronics Bd. 24 (1951) Nr. 5, S. 118—122
- [2] Coutrez, R.: Applications récentes de l'électronique à l'astronomie. Commun. Obs. roy. Belg. (1952) Nr. 41
- [3] Grenat, H., u. Laborde, G.: Héliographe Monochromatique. Ann. Astrophys. Bd. 17 (1954) S. 541—549
- [4] Kiepenheuer, K. O.: Ein Observatorium des Fraunhofer Instituts auf der Insel Capri. Phys. Bl. Bd. 12 (1956) S. 122

A. LAUER

Anwendung der Wanderfeldröhre in der Meßtechnik

DK 621.373.423.029.6:621.317

Zur Verstärkung elektromagnetischer Wellen im Dezi- und Zentimeterwellengebiet bevorzugt man neben Trioden und Klystrons immer mehr die Wanderfeldröhre (WFR). Die Technik dieser Röhren hat heute einen derartigen Stand erreicht, daß man WFR nicht nur zur Übertragung von Fernsehprogrammen und Telefongesprächen in Richtfunkstrecken verwendet, sondern auch als nützliches Hilfsmittel in der Meßtechnik benutzt. Für das 4000- und 2000¹-MHz-Band sind von Telefunken zwei WFR großer Bandbreite und hoher Ausgangs-

leistung entwickelt und auf den Markt gebracht worden [1]. Damit stehen in diesen Frequenzgebieten zwei neue und vielseitig verwendbare Röhrentypen zur Verfügung.

Zur Untersuchung von Schaltungen für dm- und cm-Wellen bedient man sich in vielen Fällen dynamischer Meßmethoden, damit alle Veränderungen am Meßobjekt unmittelbar durch oszillografische Anzeige sichtbar gemacht werden können. Dem Techniker bleiben auf diese Weise langwierige Meßreihen erspart.

Die dynamischen Meßverfahren lassen sich in zwei Gruppen aufteilen, die hier als aktive bzw. passive Wobbelssysteme bezeichnet werden sollen. Erstere sind im Prinzipschaltbild in Abb. 1 dargestellt. Ein aktives Wobbelssystem besteht aus einem Wobblersender, an den der Prüfling, z. B. ein Filter, angeschlossen werden kann. Zur Beurteilung der Eigenschaften des Prüflings ist ein Anzeigegerät (z. B. Detektor und damit verbundenes Meßinstrument oder Oszillograf) angeschlossen. Für den Wobblersender selbst ist charakteristisch, daß er eine periodisch gleitende Frequenz erzeugt, wobei die Ausgangsleistung über dem Frequenzhub konstant sein soll. Im 4000-MHz-Gebiet stehen heute noch wenig zufriedenstellende Wobbelssysteme zur Verfügung, weshalb im folgenden u. a. über einen 4000-MHz-Wobbelmeßplatz berichtet wird. Im Gegensatz zu dem aktiven Wobbelssystem ist bei einer passiven Anlage nach Abb. 2 ein Wobbelempfänger vorge-

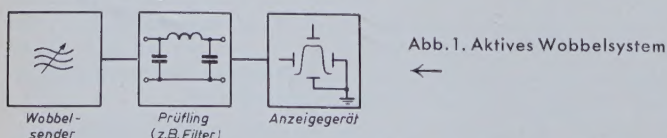


Abb. 1. Aktives Wobbelssystem

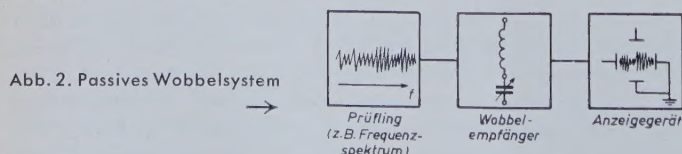


Abb. 2. Passives Wobbelssystem

¹ Veröffentlichung über die 2000-MHz-WFR in Vorbereitung

sehen, an den unmittelbar das Anzeigergerät angeschlossen wird. Solche Geräte sind auch als Panoramaempfänger bekannt. Sie erlauben die Untersuchung der Frequenzspektren von Rauschgeneratoren, kosmischen Strahlungsquellen usw., auf deren ausführliche Beschreibung hier verzichtet wird.

Die Anwendung von WFR in der Meßtechnik ist damit keinesfalls erschöpft. Man kann die WFR auch als Frequenzvervielfacher oder Oszillator betreiben. Eine im 4000-MHz-Gebiet arbeitende Röhre wird somit gleichzeitig für Untersuchungen im 8000-MHz-Band brauchbar.

Die drei genannten Anwendungsgebiete der WFR sollen im nachfolgenden besprochen werden.

1. Dynamischer Meßplatz mit Wanderfeldröhre

Das wichtigste Bauelement eines aktiven Wobblersystems ist, wie bereits erwähnt, der Wobbelsender. Der Aufbau dieser Anordnung ist in Abb. 3 dargestellt. Der durchstimmbare Oszillator wird besonders einfach, wenn man ein Reflexklystron verwendet. Seine HF-Leistung müßte mindestens 50 bis 100 mW betragen (z. B. 2 K 56 oder 2 K 45).

Zur Speisung und Modulation des Klystrons ist ein Netzgerät vorgesehen, das sowohl die Modulationsspannung als auch die Betriebsspannungen abgibt. Die vom Steuergenerator gelieferte HF-Energie wird auf das Dämpfungsglied D_I gegeben, und das Klystron ist gleichzeitig entkoppelt. Der aperiodische Indikator dient der Schwingungsanzeige. Das im Zuge der Mikrowellenleitung (Hohlrohrleitung) geschaltete Dämpfungsglied D_{II} ermöglicht die Einstellung der richtigen Steuerleistung für die WFR. Die verstärkte HF-Leistung kann dann am Ausgang der Wanderfeldröhre abgenommen werden. Zur Frequenzanzeige ist im Leitungszug noch ein geeichter Frequenzmarkengeber eingeschaltet, der direkt auf den Oszillografen arbeitet (Abb. 3).

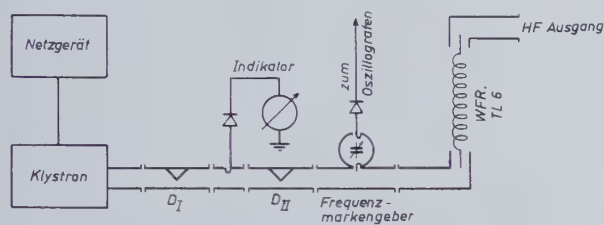


Abb. 3. Aufbau eines 4000-MHz-Wobblersenders

Die Wirkungsweise des Wobblersenders zeigt Abb. 4. In Abb. 4a ist die Ausgangsleistung N_{aKly} des Klystrons, das im sogenannten Arbeits-„mode“ schwingt, als Funktion der Reflektorspannung U_R aufgetragen. Die statisch einzustellende Reflektorspannung ist $U_{R opt}$. Dieser Gleichspannung wird eine 50-Hz-Modulationsspannung überlagert. Jede Variation der Reflektorspannung ändert die Frequenz des Klystrons. Nach Abb. 4b resultiert daraus eine in großen Bereichen nahezu lineare Modulationskennlinie. Der Klystronsteuersender hat eine gleitende Frequenz, aber, wie in Abb. 4c dargestellt, keine konstante Ausgangsleistung. Zur Erreichung konstanter

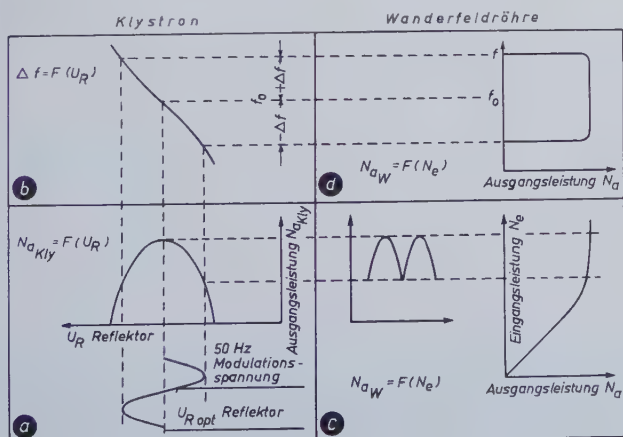


Abb. 4. Wirkungsweise des Wobblersenders

Ausgangsamplituden des Wobblersenders nutzt man die Begrenzeigenschaften der WFR aus. Wird die WFR mit solchen Eingangsleistungen betrieben, daß man im flachen Teil der N_a-N_e -Kennlinie arbeitet (siehe auch Abb. 8), so wird die Schwankung der erzeugten HF-Leistung beseitigt. Wie aus Abb. 4d ersichtlich, erhält man über der periodisch gleitenden Frequenz eine konstante Ausgangsleistung.

Mit einem Reflexklystron und nachgeschalteter TL 6 sind Wobblers in der Größenordnung von 60 bis 80 MHz bei einer Ausgangsleistung von etwa 2...3 W realisierbar. Durch mechanische Abstimmung läßt sich die Schwingungsfrequenz f_0 des Klystrons im 4000-MHz-Band in weiten Grenzen verändern. Es sei jedoch bemerkt, daß man statt eines Klystrons auch andere Steuersender verwenden kann.

Dieser Wobbelsender kann zu einer Vielzahl von Untersuchungen in der Zentimetermeßtechnik mit Vorteil herangezogen werden. Dabei findet eine Anordnung nach Abb. 5 Verwendung. Die vom Wob-

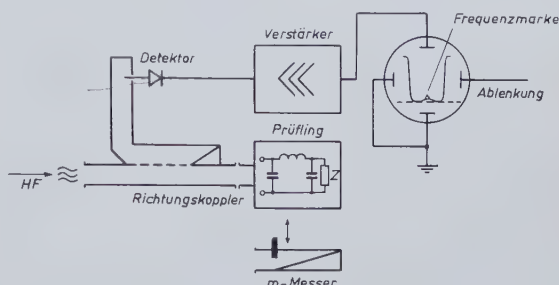


Abb. 5. Meßkopf und Sichtgerät zum Wobbelsender

sender gelieferte HF-Energie wird in einen breitbandigen Richtungskoppler eingespeist, an dessen Ausgang der Prüfling oder zu Eichzwecken ein sogenannter m -Messer angeschaltet wird. Der Richtungskoppler hat die Eigenschaft, daß man die vorlaufende Energie von der rücklaufenden oder reflektierten getrennt messen kann. Da die vorlaufende Energie konstant ist, wird sie nach Auskopplung in dem einen Hohlleiterarm durch einen reflexionsfrei angepaßten Absorber vernichtet, während die am Prüfling bzw. m -Messer reflektierte Leistung in den anderen Hohlleiterarm des Richtkopplers hineinläuft und demoduliert wird. Die Detektorausgangsspannung wird über einen NF-Verstärker auf die vertikalen Ablenkplatten einer Braunschen Röhre gegeben. Die an den horizontalen Ablenkplatten liegende Ablenkspannung läuft mit der 50-Hz-Modulationsspannung des Steuerklystrons synchron. Zusätzlich kann man zur Einblendung von Frequenzmarken die vom Frequenzmarkengeber gelieferte Spannung auf die vertikalen Ablenkplatten oder zur Dunkelsteuerung auf den Wehnelt-Zylinder der Braunschen Röhre geben. Als Beispiel ist die Charakteristik eines Filters mit eingebendeter Frequenzmarke schematisch in Abb. 5 eingezeichnet. Zur Erläuterung der Meßmethode seien einige Anwendungsbeispiele aufgeführt.

1.1 Anpassungsmessungen

Die beschriebene Meßanordnung eignet sich besonders zur Ermittlung der Welligkeiten bzw. Reflexionsfaktoren von Abschlußwiderständen, Antennen und Eingangswiderständen irgendwelcher Schaltungsgebilde. Zur Bestimmung des Eingangswellenverhältnisses des Prüflings sei daran erinnert, daß dieses mit dem Reflexionsfaktor in folgendem Zusammenhang steht:

$$r = \frac{1 - m}{1 + m} \quad \text{Dabei ist } |r| = \frac{U_{\text{reflektiert}}}{U_{\text{einfallend}}}$$

der Betrag des Reflexionsfaktors und m das Wellenverhältnis auf der Hohlrohrleitung. Im Anpassungsfall arbeitet man besser mit der Restwelligkeit Δm , indem man setzt $m = 1 - \Delta m$ und erhält näherungsweise

$$r \approx \frac{1}{2} \Delta m$$

Bei quadratischer Kennlinie des Detektors im Richtkoppler ist die vertikale Auslenkung des Elektronenstrahles der reflektierten Leistung proportional, d.h., auf dem Oszillografenschirm wird in vertikaler Richtung $|r|^2$ angezeigt. Bei entsprechender Dehnung des Schirmbildes oder durch Verwendung eines ersatzweise an den Richt-

kopplerausgang anzuschließenden *m*-Messers können ohne weiteres noch Reflexionsfaktoren von 1% ermittelt werden.

1.2 Vierpolmessungen

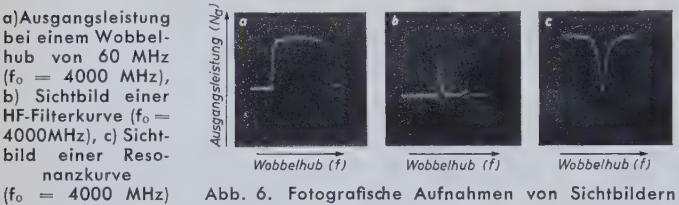
Die Eigenschaften von Vierpolen, wie z. B. die Durchlaßkurven und die Absorptionsverluste, lassen sich ebenfalls mit der beschriebenen Meßanordnung bestimmen. Dabei ist man in der Lage, quantitative Angaben über die Flachheit einer Filtercharakteristik in dem gewobbelten Frequenzband zu machen. Die dem Absorptionsfaktor zugeordneten Eigenverluste eines Vierpoles kann man aus dem eingangsseitigen Reflexionsfaktor ermitteln, denn es besteht die Beziehung

$$\sigma = 1 - |r|^2$$

1.3 Kreismessungen

Da die Resonanzkurve eines Schwingungskreises auf dem Schirm der Braunschen Röhre sichtbar gemacht werden kann, ist man in der Lage, die Bandbreite *B* und die Kreisgüte *Q* = $\frac{f_{res}}{B}$ zu ermitteln. Bei quadratischer Detektoranzeige muß die Bandbreite des Schwingungskreises auf einen relativen Leistungsabfall von 50% bezogen werden.

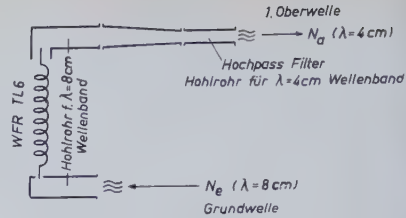
Abb. 6 zeigt drei fotografische Aufnahmen der Sichtbilder, wie man sie mit dem in Abb. 3 dargestellten Wobbelmeßplatz erhält. Abb. 6a zeigt die Konstanz der Ausgangsamplitude innerhalb eines Wobbelhubes von 60 MHz im 4000-MHz-Band. Abb. 6b gibt eine typische Filtercharakteristik wieder, während in Abb. 6c die Resonanzkurve eines Schwingungskreises abgebildet ist.



2. Die WFR als Frequenzvervielfacher

Es ist bekannt, daß am Ausgang von Trioden und Laufzeitröhren, z. B. Klystrons, außer der zu verstärkenden Grundwelle auch deren Harmonischen auftreten, insbesondere dann, wenn die Röhren im Gebiet höchster Ausgangsleistung betrieben werden. Diese Erscheinung beschränkt sich nicht nur auf die genannten Röhren, sondern tritt auch bei WFR auf. Die erforderliche Steuerleistung ist aus der in Abb. 8 dargestellten *N_a-N_e*-Kennlinie für die Grundwelle zu entnehmen. Es liegt also nahe, die WFR unter Einschaltung eines entsprechenden Filters als Frequenzvervielfacher zu benutzen. Abb. 7 zeigt schematisch die Anordnung eines solchen Frequenzvervielfachers. An die Eingangsleitung wird z. B. bei $\lambda = 8$ cm ein Steuersender angeschlossen, der die WFR so weit aussteuert, daß auf der Ausgangsleitung neben der Grundwelle ein besonders starker Oberwellenanteil vorhanden ist. Unter Benutzung eines Übergangsstückes zur Vermeidung von Reflexionen wird ein Hochpaßfilter nachgeschaltet. Dieses besteht aus einem Hohlrohr mit derartigen Abmessungen,

Abb. 7. Frequenzvervielfachung mit der WFR TL 6



gen, daß die Grenzwellenlänge kleiner ist als die Grundwellenlänge, so daß eine Dämpfung der Grundwelle nach der Beziehung

$$\beta = \frac{\pi}{a} \sqrt{1 - \left(\frac{2a}{\lambda}\right)^2} \text{ [Neper/cm]}$$

erfolgen kann. Diese Gleichung gibt die Dämpfung der *H₁₀*-Welle in Neper pro cm an. *a* ist die Breitseite des Hohlrohres und λ die Wellenlänge im freien Raum. Zur Umrechnung von Neper auf Dezibel sei in Erinnerung gebracht, daß gilt: 1 Neper = 8,686 Dezibel. Um die Betriebswelle ($\lambda = 8$ cm) im 4-cm-Band ($a = 3,48$ cm) um 80 dB zu dämpfen, ist für das Hochpaßhohlrohrfilter eine Länge von $l \approx 19,0$ cm einzuschalten.

Die experimentell an der WFR TL 6 aufgenommenen *N_a-N_e*-Kennlinien für die Grundwelle und erste Oberwelle sind in Abb. 8 mit den zugehörigen Betriebsdaten dargestellt. Wie ersichtlich, sind die zur Verfügung stehenden Ausgangsleistungen im Oberwellenbetrieb mit den Ausgangsleistungen vergleichbar, die heute mit normalen Klystrons im 4-cm-Band erreichbar sind.

3. Die WFR als Oszillator

Trägt man die optimale Ausgangsleistung einer als Verstärkerröhre betriebenen WFR über der Wellenlänge auf, so erhält man eine Kurve, wie sie in Abb. 9 dargestellt ist. Nun läßt sich jeder Verstärker durch eine geeignete Rückkopplung zum Schwingungserzeuger machen. Nach der Barkhausenschen Selbsterregungsbedingung müssen die Amplitudenbedingungen und die Phasenbedingungen für die Rückkopplung eingehalten werden. Abzüglich der in der Rückkopplungsschleife verbrauchten HF-Leistung ist dann mit einem WFR-Oszillator über der Wellenlänge eine Ausgangsleistung nach Abb. 9 zu erwarten. Die erforderlichen Schaltungsmaßnahmen zur Realisierung eines WFR-Oszillators sind in Abb. 10 schematisch dargestellt. Die Rückkopplungsschleife besteht aus einem posaunenartig ausgebildeten Phasenschieber und einem Bandpaßfilter in Form eines Topfkreises. Zur Anpassung der Schleife an die Eingangsleitung ist noch eine $\lambda/4$ -Stichleitung angebracht. Durch Verändern des Phasenschiebers bzw. Variieren der Resonanzfrequenz des Topfkreises läßt sich der Oszillator in weiten Grenzen durchstimmen. Die WFR wurde in der Schaltung betrieben und lieferte die erwarteten Leistungen.

Schrifttum

- [1] Brück, L., u. Lauer, A.: Die Telefunken-Wanderfeldröhre TL 6. Telefunken-Röhre (1955) Nr. 32, S. 1–22
- [2] ● Meinke, H. H.: Theorie der Hochfrequenz-Schaltungen. München 1951, Verl. R. Oldenbourg

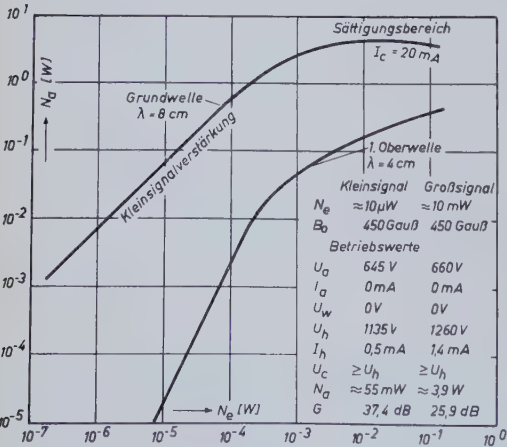


Abb. 8. *N_a-N_e*-Kennlinie der WFR-TL 6 mit Grundwelle und 1. Oberwelle (*I_c* = 20 mA, $\lambda = 8$ cm)

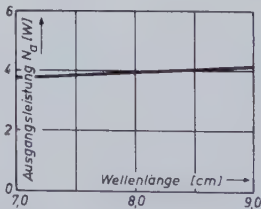


Abb. 9. Maximale Ausgangsleistung der WFR TL6 im Nutzungsbereich (*I_c* = 20 mA)

Abb. 10. Schematische Anordnung der WFR als Oszillator

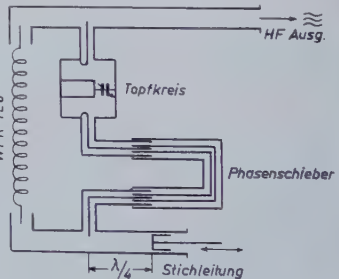


Abb. 11. Die Telefunken-Wanderfeldröhre TL 6



R. THEILE

Die Superorthikon-Fernseh-Kameraröhre

Fortsetzung aus ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU Bd. 10 (1956) Nr. 6, S. 153–157

DK 621.397.331.2

Bei Reportagen hat man die für die Ausleuchtung richtige Szenengestaltung natürlich nicht immer in der Hand. Besonders stören helle, direkt in die Kamera scheinende Lichter. Abb. 11a zeigt z. B. die typischen „Halo“-Effekte (und auch „Geister“) um helle Flammen von Kerzen. Man kann aber auch hier die Störeffekte erheblich verringern, wenn durch kräftige Beleuchtung des Bildhintergrundes der übermäßige Kontrast der Kerzenflamme zu dem übrigen Bildinhalt verkleinert wird (Abb. 11b).

Zum Abschluß der Diskussion über die Vorgänge bei der Erzeugung des Ladungsbildes auf der Speicherplatte muß noch die richtige Wahl der Vorspannung an der Netzelektrode (2. Beschleunigungsanode, Abb. 2) besprochen werden. Mit dieser Vorspannung wird offensichtlich der „Hub“ der Speicherladung bestimmt, denn das Potential des Netzes bestimmt die Lage des Gleichgewichtspotentials, d. h. des „Knies“ der Kennlinie. Bezugspotential ist dabei der Grundzustand, auf den unbelichtete Teile der Speicherfläche aufgeladen werden, also etwa das Katodenpotential des Strahlerzeugersystems. Abb. 12 zeigt — diesmal in halblogarithmischer Darstellung — Übertragungskennlinien des Superorthikons bei drei verschiedenen Aufladepotentialen U_1 , eingestellt durch entsprechend verschiedene Potentiale des Netzes [5]. Man erkennt die Zunahme des Maximalwertes des Bildsignals mit wachsendem U_1 und die damit verbundene Erweiterung des Kontrastbereichs, d. h. des Bereiches der Bildpunkthelligkeiten, die als unterscheidbare Graustufen verarbeitet werden (gerechnet von dem durch die statistischen Schwankungen bedingten Minimalwert aus).

Für die richtige Wahl des Netz-Potentials gibt es zwei wesentliche, allerdings sich widersprechende Gesichtspunkte: Um hinreichend viel Ladung zu speichern, sollte man einerseits das Aufladepotential so groß wie möglich, d. h. das Netz-Potential möglichst positiv wählen, denn die Kapazität der Speicherplatte des Superorthikons ist, wie bereits gesagt, ziemlich klein (100...250 pF). Ein großes Potentialgebirge im Ladungsbild ist andererseits aber ungünstig, weil sekundäre Störeffekte auftreten, wie z. B. „chromatische“ Fehler der elektronenoptischen Fokussierung oder unerwünschte Ablenkung der langsamen Elektronen parallel zur Speicherfläche, verursacht durch die transversalen Komponenten des Feldes im Potentialrelief, die zu geometrischen Verzerrungen des Bildes führen können, wie Abb. 13 an einem Beispiel zeigt.

Der optimale Kompromiß zwischen diesen entgegengesetzten Gesichtspunkten liegt bei den normalen Röhren bei einem Potentialhub von etwa 2 Volt. Man kann nach Abb. 12 bei einer solchen Betriebsweise einen Szenenkontrast von etwa 1:30 gut übertragen.



Abb. 11a. Halo und Geisterbilder bei hellen, in die Kamera scheinenden Lichtern

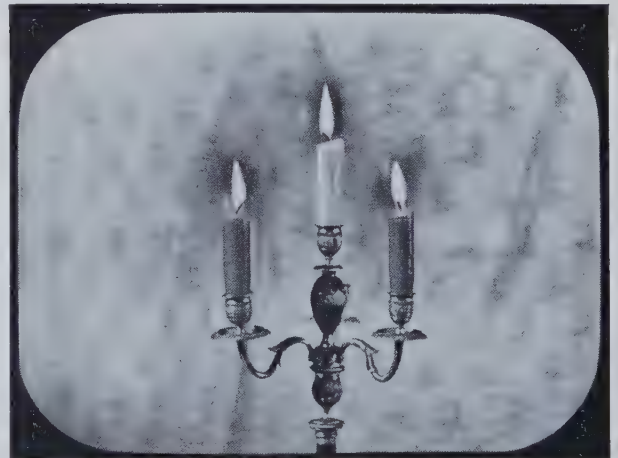


Abb. 11b. Verringerung der Störeffekte durch Aufhellung des Bildhintergrundes

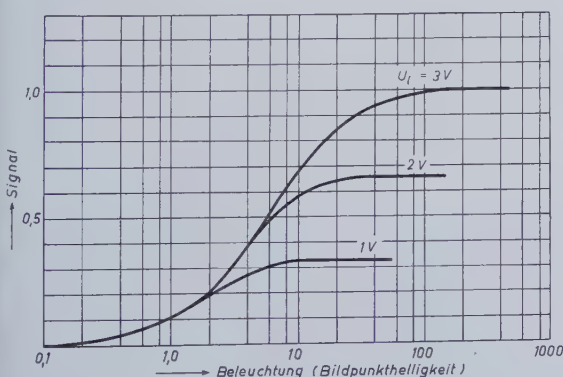


Abb. 12. Übertragungskennlinien bei verschiedener Vorspannung des Netzes der Speicherplatte des Superorthikons (verschieden großer Potentialhub im Ladungsgebirge) [5]

Abb. 13. Geometrische Verzerrungen im Fernsehbild durch Querfelder auf der Speicherplatte bei zu großem Aufladepotential (zu hohe Vorspannung des Netzes der Platte)

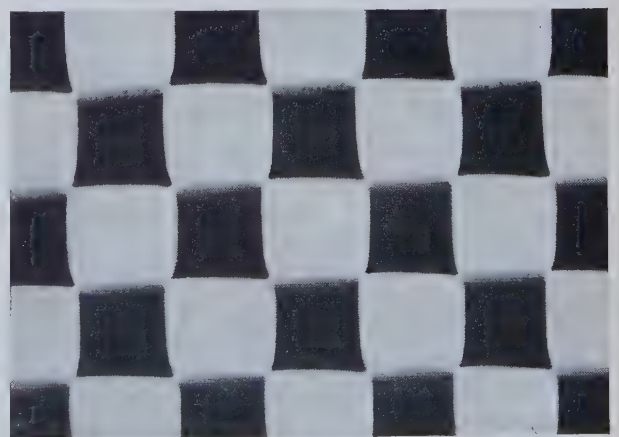


Abb. 14 zeigt ein bei diesen optimalen Bedingungen übertragenes Halbtonbild (oben). Zum Vergleich ist in Abb. 14 unten die Übertragung des gleichen Bildes bei zu kleinem Netz-Potential (etwa 0,5 V) zu sehen. Der viel zu kleine Potentialhub im Ladungsbild führt zu einem harten Schwarz-Weiß-Bild mit einer viel zu kleinen Zahl von Grauzwischenstufen und mit einem unsaubereren Bildhintergrund wegen des schlechten Störabstandes in bezug auf die statistischen Schwankungen (zu kleine Ladungsmenge) und auch in bezug auf die Störstruktur der Speicherplatte bzw. der ersten Dynode im SE-Vervielfacher (siehe 2.2).



Abb. 14. Verschlechterung der Bildqualität bei zu kleinem Aufladepotential im Ladungsbild. Oben: Richtige Einstellung. Unten: Schlechte Halbtonwiedergabe bei zu kleiner Vorspannung des Netzes (zu kleiner Potentialhub)

Zum schnellen Auffinden des optimalen Aufladepotentials, d. h. der optimalen Einstellung des Netz-Potentials im praktischen Betrieb, ist am Bedienungspult des Kamera-Kontrollgerätes meistens eine Taste vorhanden, mit der das jeweils eingestellte Potential um den verabredeten Optimalwert von 2 Volt kurzzeitig in negativer Richtung verschoben werden kann. (Siehe hierzu Abb. 2.) Regelt man das Netz-Potential so ein, daß bei dieser Verschiebung der Potentiale durch Drücken der Taste die hellsten Stellen des Bildes gerade eben noch sichtbar bleiben (d. h. bei „schwarz“ liegen), so entspricht die Höhe des Potentialgebirges im Ladungsbild gerade dem Wert des Potentialsprungs von 2 V.

2.2 Auswertung des Ladungsbildes und Signalerzeugung

Die Abtastung der Speicherfläche mit langsamen Elektronen arbeitet nur dann einwandfrei, wenn das Elektronenstrahlbündel überall genau senkrecht auftrifft; bei schrägem Auftreffen kehren nämlich die Elektronen nicht erst bei Erreichen des Katodenpotentials des Strah-

erzeugersystems um, sondern bereits bei schwach positiven Werten, je nach dem Verhältnis der normalen und transversalen Komponente ihrer Geschwindigkeit.

Die Elektronenbahnen werden nach ihrer Ablenkung durch das homogene Leitfeld der langen Spule ausgerichtet. Im Raum vor der Speicherfläche wirkt jedoch auch noch das elektrische Bremsfeld zwischen dem (zylindrischen) positiven Wandbelag und der etwa auf Erdpotential liegenden Speicherfläche ein. Ähnlich wie bei der Beschleunigung der Fotoelektronen im Bildwandlerteil hat man (analog der dort vorhandenen 1. Anode) eine ringförmige Zwischenelektrode, die Bremsselektrode, vorgesehen, deren Potential auf einen passenden Zwischenwert (zwischen 0 und etwa + 100 V) so eingestellt wird, daß ein Optimum des senkrechten Einfalls des Abtastelektronenstrahlbündels bis zu den Ecken des Bildes hin vorhanden ist. Die richtige Einstellung erkennt man beim Übertragen einer gleichmäßig hellen Bildvorlage; falsche Einstellung zeigt sich durch einen Abfall der Helligkeit nach den Ecken hin, weil durch das bei nicht senkrechtem Einfall höher liegende Potential des Ladungsgrundzustands die Bildpunktladung verkleinert wird; von den Ecken kehren daher mehr Elektronen zurück als von der Mitte. Abb. 15 zeigt eine Fehleinstellung mit der Abschattierung des Bildfeldes, die ähnlich wie eine Vignettierung wirkt.



Abb. 15. Abschattierung des Bildfeldes durch falsche Einstellung des Potentials an der Bremsselektrode. Die dunklen Ränder und Ecken entstehen dadurch, daß der Abtaststrahl dort nicht mehr senkrecht auf die Speicherplatte trifft

Die von der Speicherplatte nicht angenommenen Elektronen durchlaufen den Ablenkraum praktisch auf dem gleichen Weg wie beim Hinlauf und landen auf der Anode des Strahlerzeugersystems des Superorthikons (Abb. 16).

Bei einem fehlerfreien System müßten theoretisch alle Elektronen genau durch die Öffnung der Anode fliegen, praktisch aber sind die Ablenkungen auf dem Hin- und Rückweg wegen der stets vorhandenen elektronenoptischen Unvollkommenheiten nicht ganz gleich. Je nach dem Ablenzustand landet der gebündelte Rückstrom etwas neben der Blendenöffnung und insgesamt wird dadurch auf der Anode ein kleines Raster von wenigen Quadratmillimeter Größe geschrieben.

Es ist ein großer Vorteil der Röhren vom Orthikontyp, daß der Rückstrom von der gesamten Speicherfläche gebündelt zum Strahlerzeugersystem zurückfließt. Dadurch ist nämlich die elektronische Vorverstärkung des Signalstroms mittels SE-Vervielfacher möglich, die den bestmöglichen Störabstand der Signalerzeugung ergibt, weil nur noch die im Signal selbst enthaltenen Störschwankungen wirksam sind [2].

Im Superorthikon wird ein 5stufiger SE-Vervielfacher verwendet. Die Elektroden (Dynoden) umschließen ringförmig das Strahlerzeugersystem und sind konstruktiv wie Schaufelräder einer Turbine bzw. Windräder mit schrägen Flügeln und einem feinmaschigen Netz an der Vorderseite ausgebildet. Als erste Dynode wirkt die Anode des Strahlerzeugersystems selbst, auf die die Elektronen mit der durch die Anodenspannung (300 V) gegebenen Geschwindigkeit auftreffen. Die ausgelösten Sekundärelektronen werden mit Hilfe eines passenden Feldes umgelenkt und auf die zweite, an höherem positiven Potential liegende Dynode beschleunigt. Das Umlenkfeld entsteht durch die Potentiale der 1. und 2. Dynode und einer zylindrischen Hilfselektrode, deren Potential zur optimalen Sammlung des Signalstromes in den SE-Vervielfacher richtig eingestellt werden muß. („Signalstrom“ in Abb. 2.)

Ist jetzt das Potential der Hilfselektrode zu niedrig, so wird die Mehrzahl der ausgelösten Sekundärelektronen direkt auf die erste Dynode zurückfallen (a in Abb. 16), ist es zu hoch, so nimmt die Hilfselektrode selbst Elektronen auf (c); bei einem optimalen Zwischenwert gelangen die Elektronen jedoch richtig zur 2. Dynode (b).

DK 534.4:621.375.018.782.3
Moir, J.: Phase Shift and Sound Quality. *Wireless Wld.* Bd. 62 (1956) Nr. 4, S. 165 bis 168, 7 Abb.

DK 681.828.3
Douglas, A.: Synthetic Music. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 208—212, 10 Abb.

DK 681.88
Brittain, F. H., u. Leakey, D. M.: Two-Channel Stereophonic Sound Systems. *Wireless Wld.* Bd. 62 (1956) Nr. 5, S. 206—210, 11 Abb.

Elektronisches Zählen und Rechnen

DK 621.318.562.5:621.314.7
Goth, E.: High-Speed Counter Uses Surface-Barrier Transistor. *Electronics* Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 175—178, 7 Abb.

DK 621.374.32
Grimmond, W., u. Leslie, W. H. P.: Batch and Counting Using Gasfilled Decade Tubes. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 338, S. 138—143, 12 Abb.

DK 681.142.83
Hermann, P. J., Starke, K. H., u. Rudolph, J. A.: Basic Applications of Analog Computers. *Instrum. & Automat.* Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 464—469, 15 Abb.

DK 621.385.018.46
Leslie, W. H. P.: A Digital Differential Simultaneous Bi-directional Counting Using a Dekatron. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 190—193, 8 Abb.

DK 681.142.83
Frankel, S., u. Cass, J.: LQP-30 General-Purpose Digital Computer. *Instrum. & Automat.* Bd. 29 (1956) Nr. 2, S. 264—270, 6 Abb., 2 Tab.

DK 681.142.83
Karen, A., u. Loveman, B.: Large-Problem Solutions at Project Cyclone. *Instrum. & Automat.* Bd. 29 (1956) Nr. 1, S. 78—83, 14 Abb.

DK 681.142.83
Heggs, P.: Principles and Application of Electronic Analogue Computers. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) (Part 2), Nr. 338, S. 168—170, 12 Abb., (Part 3) Nr. 339, S. 212—215, 7 Abb.

DK 681.142.83:621.314.7
Transistor Digital Computers. *Wireless Wld.* Bd. 62 (1956) Nr. 5, S. 210—212, 4 Abb.

DK 621.387.42
Taylor, B. R., u. Bird, R.: The Gas Filled Diode as a Digital Storage Element. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 338, S. 151 bis 155, 4 Abb.

Elektronik

DK 529.781
Blair, W. L.: Time Generator Gives Direct Readout. *Electronics* Bd. 129 (1956) Nr. 3, S. 179 bis 181, 4 Abb.

DK 61:621.385
Electronic Medical Aids. *Tele-Tech.* Bd. 15 (1956) Nr. 2, S. 55

DK 621.385
Aronson, M. H., u. Keger, Ch. F.: Electronic Circuitry. *Instrum. & Automat.* Bd. 29 (1956) Nr. 1, S. 84—85, 3 Abb., Nr. 2, S. 288—289, 3 Abb.

DK 621.385:622.27
Curbach, H.: Bergförderung mit Hilfe elektronischer Schaltgeräte. *Signal- u. Fernmeldepraxis* (1956) Nr. 2, S. 1—9, 13 Abb.

DK 621.385:386:62.53.08:621.317.39.082.77.621.523.8:621.316.71:621.373.4
Hochrainer, H.: Anwendungsgebiete der Elektronik in der Industrie. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 1, S. 45—51, 6 Abb.

Steuerungs- und Regelungstechnik, Automaten

DK 001.4:331.875:658.564
Dolezalek, C. M., u. Kethner, S.: Automatisierung (Fachgebiete d. Techn. in Jahresübersichten). *ZVDI* Bd. 98 (1956) Nr. 12, S. 563—569

DK 621.9:621.52:658.27.28
Noller, E.: Wege zur automatisierten Produktion mit Transferstraßen. *Werkst. u. Betr.* Bd. 89 (1956) Nr. 3, S. 109—113

DK 621.916:526:621.383
A Three-Dimensional Machine Tool Control System. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 204—207, 6 Abb.

DK 621.952.5:526
A Horizontal Boring Machine with Automatic Co-ordinate Setting. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 193—195, 4 Abb.

Akustik

DK 534.2
Führer, K.: Bestimmung der Amplitudenverteilung auf ebenen Flächen aus der Richtungsverteilung ihrer Strahlungsfelder. *ABU* Bd. 10 (1956) Nr. 3, S. 125—131, 20 Abb., Nr. 4, S. 163 bis 172

DK 534.784.018.782.5
Schneider, H.: Die Verständlichkeit amplitudenbegrenzter Sprache. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 97—106, 13 Abb.

DK 534.84
Lehrer, J.: Die Methodik von Nachhallmessungen. *Slapoprány Obs.* Bd. 17 (1956) Nr. 5, S. 254—258, 5 Abb. (Tschech.)

Halbleiter und Anwendungen

DK 621.314.7
Peck, Ch. S.: Semiconductors in Industry. *Batterie techn. Rev.* Bd. 5 (1956) Nr. 2, S. 7 bis 11, 9 Abb.

DK 621.314.7
Kidd, M. C., Hasenberger, W., u. Webster, W. M.: Delayed Collector Conduction, a New Effect in Junction Transistors. *RCA Rev.* Bd. 16 (1956) S. 16—33, 13 Abb.

DK 621.314.7
Cocking, W. T.: Transistor Operating Conditions. *Wireless Wld.* Bd. 62 (1956) Nr. 3, S. 109—111, 6 Abb.

DK 621.314.7
Vasseur, J. P.: Calcul des circuits utilisant les transistors à jonctions aux fréquences élevées. *Ann. Radioélectr.* Bd. 11 (1956) Nr. 44, S. 125—144, 16 Abb., 9 Tab.

DK 621.314.7:537.533.32
Juster, F.: Déviation magnétique avec transistor. *Électronique* (1956) Nr. 112, S. 51—53, 5 Abb.

DK 621.314.7:621.372.5.001
Scheler, T., u. Becke, H.-W.: Ein Beitrag zur mathematischen und meßtechnischen Behandlung des Transistors als linearer Vierpol. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 107—116, 4 Abb., 1 Tab.

DK 621.317.7:621.372.5.001
Meyer-Brötz, G.: Die Vierpolparameter des Flächentransistors in den drei Grundschaltungen. *Telefunken Z.* Bd. 29 (1956) Nr. 111, S. 21—28, 13 Abb., 1 Tab.

DK 621.375.4:621.318.5
Weitzsch, F.: p-n-p-Flächentransistoren als elektronische Schalter. *Valvo Ber.* Bd. 2 (1956) Nr. 1, S. 16—26, 7 Abb.

Magnete

und magnetische Werkstoffe

DK 538.22.23
Heck, C., u. Weber, J.: SAF-Ferrit R, ein neuer magnetischer Werkstoff mit rechteckiger Hystereseschleife. *SEG Nachr.* Bd. 4 (1956) Nr. 1, S. 18 bis 19, 4 Abb.

DK 620.179.14
Lalargue, M.: Détecteurs magnétiques de défauts dans les pièces métalliques. *Électronique* (1956) Nr. 112, S. 43—45, 2 Abb.

DK 621.318.435
Die Anwendung von Ferroxeube bei hohen Induktionen. *Valvo Ber.* Bd. 2 (1956) Nr. 1, S. 27—35, 6 Abb.

Meßtechnik, Meßgeräte

DK 534.6
Mühe, W.: Absolutaufnahme der Bestimmungsgößen. *ATM V* 57-1 (1956) Lfg. 242, S. 59—62, 6 Abb.

DK 535.375.5
Brandmüller, J., u. Moser, H.: Anordnungen zur photoelektrischen Registrierung von Raman-Spektren. *Z. angew. Phys.* Bd. 8 (1956) Nr. 2, S. 95—104, 12 Abb.

DK 548.734:621.387.4:621.374.32
Parrish, W.: Messung von Röntgenintensitäten mit Zählrohren. *Philips' techn. Rdsch. Bd. 17* (1956) Nr. 10, S. 340—357, 21 Abb.

DK 621.317.43

Poleck, H.: Die elektrische Messung der Verluststufen von Elektroböden III. *ATM V 396-3* (1956) *Lfg. 242*, S. 49—52, 13 Abb.

DK 621.317.73

DeWitt, C. P.: The Digital Ohmmeter. *Instrum. & Automat. Bd. 29* (1956) Nr. 3, S. 486—487, 3 Abb.

DK 621.317.733

Provier, B.: Un cas particulier dans la discussion de la sensibilité du pont de Wheatstone. *Mesures & Contrôle ind. Bd. 21* (1956) Nr. 227, S. 273—274, 2 Abb.

DK 621.317.755

Comnor, F. R.: An Ultra-High-Speed Oscillograph. *Proc. IEE Bd. 103* (1956) Nr. 8, S. 178—181, 7 Abb.

DK 621.317.757

Darrie, A.: Methoden zur Messung nicht-linearer Verzerrungen im Tonfrequenzgebiet. *ATM V 51-4* (1956) *Lfg. 242*, S. 57—58

DK 621.317.76

Ohl, G.: Das Frequenzmikroskop, ein registrierendes Frequenzmeßgerät sehr hoher Empfindlichkeit. *AEÜ Bd. 10* (1956) Nr. 4, S. 145—150, 5 Abb., 1 Tab.

DK 621.376.3:621.373.4

Mildenloft, G.: Ein Normalhubgenerator hoher Präzision. *Rohde & Schwarz-Mitt.* (1955) Nr. 7, S. 429—436, 14 Abb.

DK 654.942:621.385

Boutelville, R.: Les jaugens électroniques à capacité. *Electronique ind.* (1956) Nr. 8, S. 73—77, 12 Abb.

DK 621.317.77.029.55

Macek, O.: Ein Phasenneßgerät für den Frequenzbereich von 50 Hz bis 30 MHz. *Frequenz Bd. 10* (1956) Nr. 5, S. 147—152, 10 Abb.

Elektrotechnik

DK 621.365.55

Hanff, H.: Erwärmung elektrisch schlecht leitender Stoffe im Hochfrequenzfeld. *Telefunken Z. Bd. 29* (1956) Nr. 111, S. 32—38, 7 Abb.

DK 621.365.92:621.316.726

Burkhardtmaier, W.: Frequenzkonstanthaltung und Oberwellenunterdrückung bei Hochfrequenzwärme-Generatoren. *Telefunken-Z. Bd. 29* (1956) Nr. 111, S. 38—46, 4 Abb.

DK 621.9.018.5

Winertz, P.: Elektroerosives Bearbeiten von Metallen. *Z VDI Bd. 98* (1956) Nr. 12, S. 549, 1 Abb.

DK 621.355.16:621.318.435.3

Germain, F.: Magnetsich geringelte Gleichrichter zum Laden und Puffern von Batterien. *ETZ-B Bd. 8* (1956) Nr. 4, S. 116 bis 118, 7 Abb.

Fernmeldetechnik

DK 621.395.47

Kock, W. E.: Speech Bandwidth Compression. *Bell. Lab. Rec. Bd. 34* (1956) Nr. 3, S. 81—85, 7 Abb.

DK 621.395.61:621.395.661

Spencer, H. J. C.: Some Principles of Anti-Side-Tone Telephone Circuits. *Electronic Engng. Bd. 28* (1956) Nr. 335, S. 208—211, 13 Abb.

Übertragungstechnik

DK 621.376.3:621.3.018.78

McWhurst, R. G., u. Small, G. F.: An Extended Analysis of Echo Distortion in the F. M. Transmission of Frequency-Division Multiplex. *Proc. IEE Bd. 103* (1956) Nr. 8, S. 190—198, 9 Abb.

DK 621.395.43

Klein, M. L., Williams, F. K., u. Morgan, H. C.: Multiplexing. *Instrum. & Automat. Bd. 29* (1956) Nr. 3, S. 470—477, 15 Abb.

DK 621.317.018.756.018.78:621.315.212

Larsen, H., u. Martin, H. E.: Ein Näherungsverfahren zur Untersuchung der Verzerrungen von Meßimpulsen bei der Übertragung durch koaxiale Kabel. *Frequenz Bd. 10* (1956) Nr. 3, S. 65—76, 16 Abb.

DK 621.372.22:621.314.2.029.5

Willis, J., u. Sinha, N. K.: Non-Uniform Transmission Lines as Impedance Transformers. *Proc. IEE Bd. 103* (1956) Nr. 8, S. 166—172, 10 Abb., 5 Tab.

DK 621.396.2:621.396.11

Laver, F. J. M., u. Stanesby, H.: An Experimental Test of Reciprocal Transmission over two Long-Distance High-Frequency Radio Circuits. *Proc. IEE Bd. 103* (1956) Nr. 8, S. 227—232, 6 Abb.

Fertigung elektronischer Geräte

DK 621.396.93

Lind, F.: Erzeugung von Send- und Empfangsgeräten. *Bull. SEV Bd. 47* (1956) Nr. 10, S. 458, 467—475, 12 Abb.

DK 551.584:621.38.389.001.4

Glanz, E., u. Michel, K.: Die Berücksichtigung klimatischer Einflüsse bei der Planung und Konstruktion elektronischer Geräte. *Bull. SEV Bd. 47* (1956) Nr. 10, S. 441 bis 458, 15 Abb.

Elektronenoptik

DK 537.533.3

Trümm, H.: Zur Frage der unteren Grenze des Öffnungsfehlers bei magnetischen Elektronenlinsen. *Optik Bd. 13* (1956) Nr. 2, S. 92—93, 2 Abb.

DK 537.533.3.001.5

Harries, O. J. H.: The Rubber Membrane and Resistance Paper Analogies. *Proc. IRE Bd. 44* (1956) Nr. 2, S. 236—247, 17 Abb., 3 Tab.

DK 621.317.329

Hollnag, D. L.: A Method of Tracing Electron Trajectories in Crossed Electric and Magnetic Fields. *Proc. IEE Bd. 103* (1956) Nr. 8, S. 161—165, 3 Abb.

DK 621.385.333

Meier, W. E.: Der Öffnungsfehler 5. Ordnung bei sphärisch korrigierten Elektronenmikroskopen. *Optik Bd. 13* (1956) Nr. 2, S. 86—91, 2 Abb.

Bauelemente

DK 621.314.634

Brünnler, W.: Der Selengleichrichter in der Schaltungstechnik. *ETZ-B Bd. 8* (1956) Nr. 4, S. 123—127, 7 Abb.

DK 621.319.4:621.315.614.63

Helwig, G.: Ein zweilagiger MP-Kondensator mit verringerten Abmessungen. *SEG Nachr. Bd. 4* (1956) Nr. 1, S. 21—22, 2 Abb.

Funkortung

DK 621.396.76

Aranson, M. H., Sicfn, S. I., u. Thugersen, G. O.: Radar and MTT. *Instrum. & Automat. Bd. 29* (1956) Nr. 3, S. 478—482, 8 Abb.

DK 621.396.963:628.972

Barnard, C. R.: A Method of Increasing the Ambient Illumination of Radar Operations Rooms without Reduction of Signal Detection Threshold. *Proc. IEE Bd. 103* (1956) Nr. 8, S. 199—202, 6 Abb.

DK 621.396.96:654.924:623.746.2
Lombardo, J. L.: Radar Warning Net Uses Centralized Control. *Electronics Bd. 29* (1956) Nr. 3, S. 169—173, 3 Abb.

DK 621.396.969.1

Johnson, R. W.: Radar Speed Meters. *Tele-Tech. Bd. 15* (1956) Nr. 2, S. 64—122, 2 Abb.

DK 621.396.969.34

Eastwood, E., Blokkore, T. R., u. Wit, B. J.: Marconi Coherent M.T.I. Radar on 50 cms. Marconi Rev. Bd. 19 (1956) Nr. 121, S. 53—60, 4 Abb.

Fernsehen, Bildübertragung

DK 621.317.9

Auric, H. A. de: La télévision en couleurs. *Onde électr. Bd. 36* (1956) Nr. 2, S. 134—144

DK 621.397.61

Slumps, G. M., u. Schankler, M.: Continuous Scanning Facsimile Transmitter. *Tele-Tech. Bd. 15* (1956) Nr. 2, S. 62—63, 126, 3 Abb.

DK 621.397.61:621.397.9

Spicer, C. E.: The "Vitascan" New Color TV Scanner. *Tele-Tech. Bd. 15* (1956) Nr. 1, S. 60—61, 114—117, 4 Abb.

DK 621.397.62

Spooner, A. M.: Electronic Switches for Television. *Electronic Engng. Bd. 28* (1956) Nr. 339, S. 196—199, 5 Abb.

DK 621.397.62

Weil, Ir. A.: Récepteurs de télévision à phase linéaire. *Onde électr. Bd. 36* (1956) Nr. 1, S. 48—56, 22 Abb.

DK 621.397.62:621.396.66

Förster, G., u. Schulz, R.: Verhalten einer POC 84 Cascode-Stufe im Fernseh-Tuner bei Regelung. *Valvo Ber. Bd. 2* (1956) Nr. 1, S. 4—15, 17 Abb.

DK 621.397.62:621.385.032.265

The Use of Ferroxcube for Television Reflection Components for Picture Tubes with 90° Deflection Angle. *Philips Matrones* (1956) Nr. 10, S. 181—188, 20 Abb.

DK 621.397.9

Mayer, C. G.: Etat de la télévision en couleur aux Etats-Unis. *Onde électr. Bd. 36* (1956) Nr. 2, S. 145—151, 11 Abb.

DK 621.397.9:778.5

Woods-Hill, W.: Television Signal Recording. *Wireless Wld. Bd. 62* (1956) Nr. 3, S. 127—130, 4 Abb.

DK 621.375.132.2

Sklosser, E. G., u. Götz, S.: Eine Gleichstromverstärkerstufe mit einseitig geendetem Eingang. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 1, S. 19 bis 24, 7 Abb.

DK 621.395:621.375.4

Waller, W.: Transistorenverstärker für batteriebetriebene Telefonie. *Signal- u. Fernmeldepraxis* (1956) Nr. 2, S. 32—35, 5 Abb.

DK 621.395.645

Paigrt, M.: Breitbandverstärker mit Rückkopplung für Mehrfachsysteme der Nachrichtentechnik (Schluß). *Slaboproudy Obz.* Bd. 17 (1956) Nr. 3, S. 134—141, 15 Abb. (Tschech.)

DK 621.396.62:621.396.82

Kaden, H.: Über die Kompensation von Störungen in Trägerfrequenz-Empfängern durch Gegenschaltung eines Parallel-Empfängers. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 3, S. 76—82, 12 Abb.

Antennen

DK 621.396.67:621.397.9

Hesselbach, H.: Umlenk-Antennen-Anlagen für die Fernsehversorgung. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 116—120, 10 Abb.

DK 621.396.674.3

Stöhr, W.: Antennen für Richtfunk, Ultrakurzwellen-Rundfunk und Fernsehen. *Z.-VDI* Bd. 98 (1956) Nr. 12, S. 533—542, 34 Abb.

DK 621.396.677.81

Zanella, V. J.: Ground-to-Air Antenna Uses Helical Array. *Electronics* Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 161—167, 7 Abb.

Elektronenröhren

DK 621.385

Beard, C. S.: Valve Capacity and Cur. *Instrum. & Automat.* Bd. 29 (1956) Nr. 2, S. 282—284, 2 Abb.

DK 621.385

Goßlau, K., u. Guber, W.: Eine neue steile Mehrgitter-Röhre und ihre Anwendung in der Impuls- und Schaltkreistechnik. *Frequenz* Bd. 10 (1956) Nr. 3, S. 83—89, 11 Abb.

DK 621.396.615.143

Skalák, J., u. Holan, V.: Wendeleitung für Krebsröhren. *Slaboproudy Obz.* Bd. 17 (1956) Nr. 3, S. 123—129, 16 Abb. (Tschech.)

DK 625.385.1.0296

Palluel, P.: Récents développements dans le domaine des tubes „Carcinotron O“. *Ann. Radioelectr.* Bd. 11 (1956) Nr. 44, S. 145—163, 23 Abb., 5 Tab.

DK 621.385.029.6

Exley, F., u. Young, R. E.: A Grounded Grid Valve System with High Stability Characteristics. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 202—203, 3 Abb.

DK 621.385.16:621.373.421.14

Beltz, W. F.: Coupled Cavity Tunes X-Band Magnetron. *Electronics* Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 182—183, 2 Abb.

DK 621.373.423

Hechtel, R.: Moderne Reflexklystrons. *AEF* Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 133—138, 7 Abb., 5 Tab.

DK 621.3.032.216.08

Einfaches Zwischenschicht-Meßverfahren. *Valvo Ber.* Bd. 2 (1956) Nr. 1, S. 36—37, 2 Abb.

DK 621.385.1

Salmon, J.: Théorie de la décharge haute-fréquence dans les gaz aux faibles pressions, détermination des conditions d'amorçage. *J. Phys. et le Radium* Bd. 17 (1956) Nr. 1, S. 33—36, 4 Abb.

DK 621.385.3:621.396.61

Uredat, E.: Die Technologie der 120-kW-Sendetriode RS 625. *Telefunken Z.* Bd. 29 (1956) Nr. 111, S. 47—53, 14 Abb.

DK 621.385.38

Barrington, A. E.: Reduction of the Minimum Striking Voltage of Hydrogen Thyatrons. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 219, 2 Abb.

DK 621.387:621.316.722

Bourcier, J.: Les tubes à gaz stabilisateurs de tension. *Electronique ind.* (1956) Nr. 8, S. 59—64, 6 Abb.

DK 621.392.26

Jean, R., u. Reverdin, D.: Le tube de commutation à couplage total. *Ann. Radiodlectr.* Bd. 11 (1956) Nr. 44, S. 165—183, 22 Abb.

DK 681.142.83

Brockett, G. F., u. Kennedy, W. J. L.: Valve Piping Effects. *Instrum. & Automat.* Bd. 29 (1956) Nr. 2, S. 280—281, 4 Abb.

DK 621.396.619.16

Carniol, B.: Kodemethode mittels Einschwingvorgängen. *Slaboproudy Obz.* Bd. 17 (1956) Nr. 3, S. 129—134, 13 Abb. (Tschech.)

DK 537.311.1

Bennett, W. R.: Characteristics and Origins of Noise. Part I. *Electronics* Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 155—160, 8 Abb.

DK 621.373:621.3.018

Beurle, R. L.: A Comparison of the Noise, and Random Frequency and Amplitude Fluctuations in Different Types of Oscillators. *Proc. IEE* Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 182 bis 189, 4 Abb., 1 Tab.

DK 621.396.82:621.385.2

Rauschmessung mit Rauschdioden. *Valvo Ber.* Bd. 2 (1956) Nr. 1, S. 38—44, 11 Abb.

DK 621.396.622

Kubin, B.: Methoden zur Ermittlung sehr schwacher periodischer Signale im Rauschen. *Slaboproudy Obz.* Bd. 17 (1956) Nr. 5, S. 248—250, 4 Abb. (Tschech.)

Funktechnik

DK 621.376.97

Somerville, T.: Monitoring Sound Broadcast Programmes. *Wireless Wld.* Bd. 62 (1956) Nr. 5, S. 228—231, 2 Abb.

DK 621.396.4.029.6:621.376.55

Brühl, G., Hofmann, K., Oberbeck, H., Schüttlöf, E., u. Willwacher, E.: Ein Dezimeter-Richtfunknetz für die Übertragung hochwertiger Rundfunkkanäle mit Impulsphasenmodulation. *Telefunken Z.* Bd. 29, (1956) Nr. 111, S. 5—20, 19 Abb., 4 Tab.

DK 621.396.5:621.376.55

Hübner, R., u. Schweizer, R.: Ortsveränderliche Richtfunkgeräte mit Impulsmodulation. *ETZ-B* Bd. 8 (1956) Nr. 4, S. 136 bis 139, 7 Abb.

DK 621.396.5.004.14

Olker, H.: Funksprechgeräte im Einsatz. *ZVDI* Bd. 98 (1956) Nr. 14, S. 798—800, 5 Abb.

DK 621.396.931

Ruppel, A. E.: Direct Dispatching for Mobile Telephones. *Bell. Lab. Rec.* Bd. 34 (1956) Nr. 3, S. 86—89, 3 Abb.

Beschleuniger

DK 537.534:621.317.7.082.72

Hunt, S. E., Petrie, D. P. R., Firth, K., u. Troth, A. J.: An Electrostatic Analyser for the Absolute Measurement of Proton Energies and the Establishment of Fixed Points on the High-Voltage Scale. *Proc. IEE* Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 146—151, 5 Abb.

DK 621.384.6:621.319.3

Chick, D. R., u. Petrie, D. P. R.: An Electrostatic Particle Accelerator. *Proc. IEE* Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 132—145, 15 Abb., 1 Tab.

Schwingungserzeuger

DK 621.316.726:621.373

Gray, V. N.: Frequency Stabilization of Oscillators. *Wireless Wld.* Bd. 62 (1956) Nr. 5, S. 219—220

DK 621.373.029.6

Lablond, A., u. Genther, R.: Note sur une structure particulière permettant d'obtenir des oscillations de haute fréquence. *C. R. Acad. Sci., Paris* Bd. 242 (1956) Nr. 5, S. 621—623, 4 Abb.

DK 621.373.1.029.424

Wolff, G.: Generatoren zum Erzeugen sinusförmiger Spannungen kleinster Frequenzen. *ETZ-A* Bd. 77 (1956) Nr. 9, S. 267—270, 11 Abb., 1 Tab.

DK 621.373.431.1:621.314.7

Jacks, A. E.: Multivibrator Circuits Using Junction Transistors. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 184—189, 14 Abb.

DK 621.373.4

Witt, S. N. Jr.: Transistorizing Meacham-Bridge Oscillators. *Electronics* Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 193—195, 3 Abb.

DK 621.373.4:621.3.018.12

Fraser, W.: A Wide-Range RC Phase-Shift Oscillator. *Electronic Engng.* Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 200—202, 5 Abb.

Sender

DK 621.396.43:621.376.32:621.396.5

Durol, C.: Richtfunksender mit doppelter Frequenzmodulation. *Philips' techn. Rdsch.* Bd. 17 (1956) Nr. 10, S. 328—339, 13 Abb.

DK 621.396.61:621.314.7

Thomas, D. E.: Miniature FM Transistor Transmitter. *Bell. Lab. Rec.* Bd. 34 (1956) Nr. 2, S. 56—59, 5 Abb.

DK 621.397.61:621.396.712.029.6
Hornung, H.: Moderne Ultrakurzwellen-Sender für Fernseh- und Tonnunftfunk. *ZVDF Bd. 98 (1956) Nr. 14, S. 801—804, 2 Abb.*

Mikrowellentechnik

DK 621.376.332.029.6
Colani, C.: Ein einfacher Mikrowellendiskriminator. *Frequenz Bd. 10 (1956) Nr. 1, S. 25—26, 6 Abb.*

DK 621.392
Beck, A. C.: Waveguide Investigations with Millimicrosecond Pulser. *Bell Syst. techn. J. Bd. 35 (1956) Nr. 1, S. 35—65, 20 Abb.*

DK 621.372.8:621.3.011.21.08
Bachmann, H. L.: Automatic Plotter for Waveguide Impedance. *Electronics Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 184—187, 4 Abb.*

Wellenausbreitung

DK 621.371
Andrieux, G.: Réflecteurs passifs pour faisceaux hertziens. *Onde électr. Bd. 36 (1956) Nr. 1, S. 57—72, 20 Abb.*

DK 621.371
Furukawa, K.: Propagation of Electromagnetic Waves over the Spherical Earth across Boundaries Separating Different Earth Media. *J. Radio Res. Lab. Bd. 2 (1956) Nr. 10, S. 345—398, 21 Abb.*

DK 621.371.551.510:535:621.396.812.3
Otagaki, T.: Movements of Irregularities in the E Region. *J. Radio Res. Lab. Bd. 2 (1956) Nr. 10, S. 413—417, 7 Abb.*

DK 621.371.029.6
Castel, F. de: Etude de l'influence de la turbulence atmosphérique sur des liaisons méditerranéennes en ondes ultra-courtes. *Onde électr. Bd. 36 (1956) Nr. 1, S. 32—42, 15 Abb.*

DK 621.396.11
Bray, W. J., Saxon, J. A., White, R. W., u. Lascombe, G. W.: V.H.F. Propagation by Ionospheric Scattering and its Application to Long-Distance Communication. *Proc. IEE Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 236—251, 20 Abb., 4 Tab.*

DK 621.396.11
Sherrman, E. D. R.: A Study of Ionospheric Propagation by Means of Ground Back-Scatter. *Proc. IEE Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 203—209, 6 Abb.*

DK 621.396.67
Poincelot, P.: Solution rigoureuse d'un phénomène particulier de diffraction. *Ann. Telecom. Bd. 11 (1956) Nr. 3, S. 56—56, 11 Abb.*

DK 621.396.11
Sherrman, E. D. R.: The Technique of Ionospheric Investigation Using Ground Back-Scatter. *Proc. IEE Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 210—223, 16 Abb., 1 Tab.*

DK 621.396.61
Rivet, P.: Essais de diversité et de l'effet de focalisation sur des liaisons longues en visibilité. *Onde électr. Bd. 36 (1956) Nr. 1, S. 23 bis 31, 6 Abb.*

DK 621.396.812
Lange-Hesse, G.: Systematische Untersuchungen über den Einfluß der erdmagnetischen Unruhe auf die Nachgrenzfrequenzen der F₂-Schicht. *AETÜ Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 139—144, 6 Abb.*

Modulation und Demodulation

DK 621.317.361:621.396.962.25
Famillet, H., u. Ginger, B.: Probleme du calibrage dans les systèmes à modulation de fréquence. *Ann. Radiotelech. Bd. 11 (1956) Nr. 44, S. 118—124, 2 Abb.*

DK 621.376.23.029.6
Colani, C.: Ein einfacher Mikrowellendiskriminator. *Frequenz Bd. 10 (1956) Nr. 1, S. 25—26, 6 Abb.*

DK 621.376.332
Fancourt, K. G., u. Skwirzynski, B. A., u. J. K.: Design of a Simple Linear Frequency Discriminator. *Marconi Rev. Bd. 19 (1956) Nr. 121, S. 61—77, 11 Abb.*

DK 621.376.332
Scroggie, M. G.: Low-Distortion F.M. Discriminator. *Wireless Wld. Bd. 62 (1956) Nr. 4, S. 158—162, 11 Abb.*

DK 621.396.969.341.1:621.396.933.962.25
Gulton, H., Famillet, H., u. Ginger, B.: Etude de la modulation de fréquence appliquée à la mesure des distances. *Ann. Radiotelech. Bd. 11 (1956) Nr. 44, S. 107—117, 7 Abb.*

Impulsverfahren

DK 621.373.431.2
Low, G. G. E.: Two Trigger Circuits Useful as Sources of Rectangular Pulses. *Electronic Engng. Bd. 28 (1956) Nr. 338, S. 158—159, 2 Abb.*

DK 621.392.015.7
DeJange, O. E.: Experiments on the Regeneration of Binary Microwave Pulses. *Bell Syst. techn. J. Bd. 35 (1956) Nr. 1, S. 67 bis 90, 19 Abb.*

DK 621.395.34.015.7
Kummer, F.: Elektronische Impulstechnik in der Telephonautomatik. *Techn. Mitt. PTT Bd. 34 (1956) Nr. 3, S. 127—130, 8 Abb.*

Netzwerke, Filter

DK 621.3.011.21
Mago, C. G., u. Head, J. W.: The Impedance Concept. *Wireless Eng. Bd. 33 (1956) Nr. 4, S. 96—102, 7 Abb.*

DK 621.314.2:621.372.5.001
Mayer, R. W.: Der Einfluß der Wicklungsverluste auf die Betriebsdämpfung des Übertragers. *Telefunken Z. Bd. 29 (1956) Nr. 111, S. 29—31, 5 Abb.*

DK 621.317.34.018.782.4
Wool, A. van: Error Sources in Group-Delay Measurements on Electric Networks. *Philips Res. Rep. Bd. 11 (1956) Nr. 2, S. 81—90, 5 Abb.*

DK 621.372.5
Green, E.: Design Data for Ladder Networks. *Marconi Rev. Bd. 19 (1956) Nr. 121, S. 78 bis 88, 8 Abb.*

DK 621.372.54
Exeter, B.: Band-Pass Characteristics of Low Asymmetry. *Electronic Engng. Bd. 28 (1956) Nr. 338, S. 156—158, 7 Abb.*

DK 621.372.54
Bedrosian, S. D., u. McCoy, R.: Normalized Filter Design. *Electronics Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 200—202, 204, 10 Abb.*

DK 621.372.54:621.372.8
Cramer, G., u. Levin, L.: Design of Microwave Filters with Quarter-Wave Couplings. *Proc. IEE Bd. 103 (1956) Nr. 8, S. 173 bis 177, 9 Abb.*

DK 621.372.54:621.372.8
Potok, M. H. N.: Waveguide Filters. *Wireless Eng. Bd. 33 (1956) Nr. 4, S. 79—82, 2 Abb., 2 Tab.*

DK 621.372.54.092
Shaw, J. C.: The Design of Phase-Shift Oscillators and Filters. *Electronic Engng. Bd. 28 (1956) Nr. 339, S. 216—218, 4 Abb.*

DK 621.372.6
Lucy, H.: Die Entstehung der Sechspolkurve, ihre graphische Auswertung und ihre Anwendung zur Bestimmung der Transformationsgesetze verlustloser Sechspole und Achtpole. *AETÜ Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 151—162, 12 Abb.*

DK 621.392.5
Dolezal, V.: Theorem über kaskadengeschaltete L-Glieder. *Slaboopravy Obz. Bd. 17 (1956) Nr. 5, S. 267—268, 1 Abb. (Tschech.)*

DK 621.392.5
Zima, V.: Die Errechnung eines aus identischen Gliedern zusammengesetzten Kettenleiters. *Slaboopravy Obz. Bd. 17 (1956) Nr. 5, S. 262—266, 6 Abb. (Tschech.)*

Empfänger

DK 621.396.62:621.385
Indagation, M. D., u. Oswald, J.: Contrôle de réception par prélèvement des tubes à vide normalisés. *Cables & Transmission Bd. 10 (1956) Nr. 1, S. 65—72, 3 Abb.*

DK 522.6:621.396.9
Müller, C. A.: Ein Empfänger für die Radiostrahlung des interstellaren Wasserstoffs. I. Die Untersuchung der Wasserstoffstrahlung. *Philips techn. Rorsch. Bd. 17 (1956) Nr. 10, S. 317—327, 9 Abb.*

DK 621.396.621:621.314.7
von Abbe, H. H., Ginsberg, E., u. Vitt, J.: Rundfunkgeräte mit Transistoren. *ETZ-A Bd. 77 (1956) Nr. 10, S. 297, 10 Abb., 1 Tab.*

Verstärker

DK 621.375.13
Jewitt, H. S.: Component Tolerance Effects in Feedback I.F. Amplifiers. *Electronic Engng. Bd. 28 (1956) Nr. 338, S. 165—167, 7 Abb.*

DK 621.375.3
Geyger, W. A.: Self-Balancing Magnetic Servo Amplifier. *Electronics Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 196—199, 4 Abb.*

DK 621.375.3:621.318.435.3.076.25
Lang, A.: Magnetische Verstärker für die Steuerungs- und Regelungstechnik. *ETZ-B Bd. 8 (1956) Nr. 4, S. 120—123, 4 Abb., 3 Tab.*

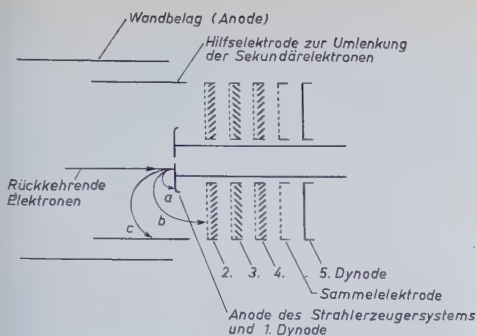


Abb. 16. Schema der Anordnung zur Signalverstärkung mit dem SE-Vervielfacher im Superorthikon

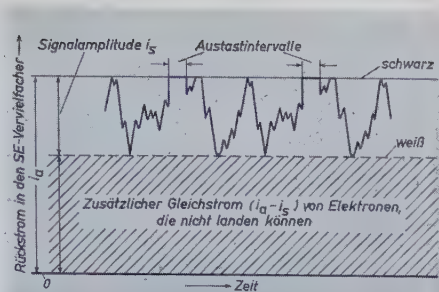


Abb. 17. Oszillogramm des Rückstroms von der Speicherplatte im Superorthikon (schematisch)

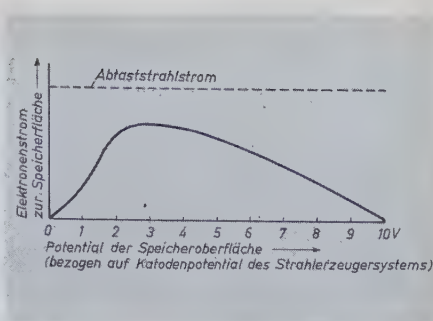


Abb. 18. Elektronenaufnahme einer Speicherfläche in Abhängigkeit von ihrem Potential bei Abtastung mit langsamen Elektronen [10]

Der ringförmige Vervielfacher besteht aus drei Dynoden der erwähnten Bauart und einer letzten Dynode in Form einer Scheibe; der verstärkte Strom wird von einem vor der letzten Dynode angebrachten Netz aufgenommen, die über einen Trennkondensator mit dem Eingang des folgenden Verstärkers verbunden wird, und in deren Zuleitung der Signalwiderstand (etwa 30 kOhm) liegt.

Der Rückstrom von der Speicherplatte ist mit dem Bildsignal in negativer Polarität moduliert; bei Abtastung einer „schwarzen“ Stelle kommen alle Elektronen zurück, es fließt der maximale Strom, der dem hinlaufenden Abtaststrom i_a gleich ist. Bei Abtastung einer hellen, d. h. positiv aufgeladenen Stelle kommen weniger Elektronen zurück, und bei „weiß“ sollte theoretisch bei optimaler Einstellung des Strahlstromes der Rückstrom gleich Null sein, weil alle Elektronen gerade gebraucht werden, um die Ladung der Speicherfläche zu neutralisieren. Praktisch ist das leider nicht so, sondern man findet einen „Modulationsgrad“ des Rückstromes mit dem Bildsignal von nur etwa 30%.

Die Verhältnisse sind dabei etwa so, wie in dem Oszillogramm des Bildsignals Abb. 17 schematisch gezeigt. Auch wenn man also den Strahlstrom i_a so einstellt, daß die „hellsten“ Stellen bei der Abtastung gerade vollständig entladen, d. h. auf den Ladungsgrundzustand zurückgeführt werden, fließt zusätzlich zu dem Bildsignal i_s ein (schädlicher) Gleichstrom $i_a - i_s$. Physikalisch erklärt sich das aus der inhomogenen Geschwindigkeit der Abtastelektronen, die von der statistischen Verteilung der Anfangsgeschwindigkeiten der Elektronen nach Größe und Richtung im Emissionsvorgang herrührt. Die negative Aufladung auf das Grundpotential (d. h. die Neutralisation der positiven Bildladung) geschieht nämlich im wesentlichen durch die Elektronen mit der größten Anfangsgeschwindigkeit in axialer Richtung, die langsameren Elektronen kehren immer um. Weitere Gründe für den Zusatzstrom sind elastische Reflexionen der Abtastelektronen sowie — bei höheren Aufladepotentialen — beginnende Sekundäremission. Die genannten Gründe sind typische Nachteile der Abtastung mit langsamen Elektronen.

Wie sich diese verschiedenen Einflüsse insgesamt auswirken, erkennt man aus der Elektronenaufnahme-Charakteristik. Abb. 18 zeigt als Beispiel eine Messung aus der Entwicklung des C.P.S.-Emitrons (Orthikontyp), bei dem die gleiche Abtastart benutzt wird [10]. Der Elektronenstrom zur Speicherfläche ist hier gemessen in Abhängigkeit von dem Potential, bezogen auf dasjenige des Ladungsgrundzustandes. Im idealen Betriebszustand (keine Anfangsgeschwindigkeiten, keine SE usw.) sollte diese Kennlinie von Null aus steil auf den Maximalwert (= Abtaststrom) springen. Tatsächlich zeigt sich jedoch wegen der genannten Effekte ein relativ flacher Anstieg bis zu einem Maximum, das unter dem Wert des Strahlstromes bleibt; darauf folgt wieder eine allmähliche Abnahme wegen der zunehmenden Sekundäremission. Man erkennt, daß sich das Übergangsgebiet über einige Volt erstreckt, so daß der geringe Modulationsgrad des Rückstromes bei dem vorher erklärten Potentialhub des Ladungsbildes von etwa 2 V verständlich wird.

Da der geringe Modulationsgrad (oder der zusätzliche Strom im SE-Vervielfacher) den Störabstand des Fernsehbildes verschlechtert, ist es für den praktischen Betrieb wichtig, diesen Fehler auf dem durch die Naturgesetze bedingten Minimum zu halten. Hieraus folgen gewisse wichtige Vorschriften für die Justierung und Bedienung der Röhre: Die Justierung der Elektronenoptik bezieht sich vor allem auf die sorgfältige axiale Ausrichtung des Elektronenstrahls im Strahl-

zeugersystem, damit der Modulationsgrad nicht durch zusätzliche, transversale Komponenten der Elektronengeschwindigkeit verschlechtert wird.

Man erkennt nun die richtige Einstellung durch Beobachtung des Fernsehbildes ohne Bildeinwirkung (bei abgedeckter Optik). In diesem Betriebszustand kehren alle Abtastelektronen um und fließen in den SE-Vervielfacher. Wie vorher erwähnt, trifft der Rückstrom nicht immer auf dieselbe Stelle der ersten Dynode, sondern wandert auf der Fläche eines kleinen Rasters hin und her. Die Inhomogenitäten des Materials in bezug auf Sekundäremission verursachen dabei eine Störmodulation, die sich im Fernsehbild als Störstruktur des Bildhintergrundes zeigt, d. h. als Ungleichmäßigkeit des Schwarzwertes; man sieht sozusagen wie im Elektronenrastermikroskop [11] ein vergrößertes Bild der SE-Struktur der Dynodenoberfläche. Abb. 19 zeigt dies im Foto (das zwecks besserer Erkennbarkeit der Hintergrundstruktur mit erhöhter Verstärkung der Anlage aufgenommen wurde). Man erkennt in diesem Bild auch den Dynodenfleck, das ist die Stelle der Abtastung, an der die Elektronen durch die Öffnung der als erste Dynode benutzten Anode des Strahlzeugersystems fliegen und im Signalstrom fehlen. Die Stelle erscheint daher weiß und stellt einen blinden Fleck der Bildfläche dar. Im praktischen Betrieb stört das allerdings bei sachgemäßer Bedienung kaum, weil man durch eine kleine Abweichung der optimalen SchärfEinstellung für den



Abb. 19. Bildhintergrundstruktur mit Dynodenfleck infolge der Abtastbewegung des Rückstroms auf der ersten Dynode des SE-Vervielfachers. Unten: Stark vergrößerte Bilder des Dynodenflecks bei richtiger Justierung (links schärfste und Mitte etwas abweichende Einstellung) und (rechts) typische Verzerrung bei einer falschen Justierung des Abtaststrahls

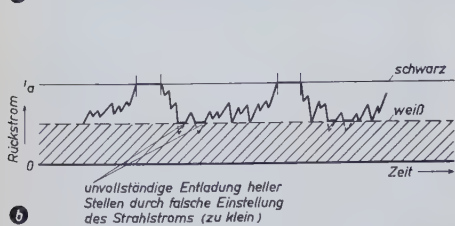
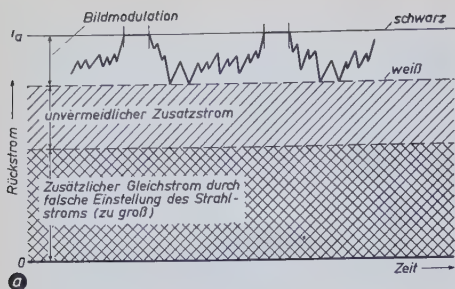


Abb. 20. Oszillogramme (schematisch) des Rückstroms bei falscher Einstellung des Abtaststroms



Abb. 21. Bildfehler bei zu kleinem Abtaststrom. Links: Richtige Einstellung. Rechts: „Kalkige“ Lichter durch unvollständige Entladung „heller“ Bildelemente bei zu kleinem Abtaststrom

Abtaststrahl den hellen Fleck praktisch unsichtbar machen kann. Zur Justierung des Abtaststrahls hingegen ist das Vorhandensein des Dynodenflecks eine große Hilfe. Man erkennt nämlich die optimale Ausrichtung des Strahls sehr gut daran, daß sich bei kleinen Änderungen der Schärfeeinstellung (Schärfe 1 in Abb. 2) Lage und Form des Flecks nicht ändern, sondern nur seine Größe (der Fleck darf beim Pendeln um die richtige Einstellung nur „atmen“). In Abb. 19 sind unten vergrößerte Ausschnitte des Gebietes um den Dynodenfleck gezeigt, und zwar links die schärfste, in der Mitte eine etwas abweichende Einstellung, beides bei optimaler Justierung, und rechts eine typische Verzerrung bei falscher Justierung.

Die Bedienungsmaßnahmen zur Vermeidung weiterer Verschlechterungen des Modulationsgrades im Signal beziehen sich auf die optimale Einstellung des Strahlstroms. Die Grundregel ist, daß der Strahlstrom gerade so groß sein muß, daß die hellsten Stellen im Ladungsbild (also die auf 2 V vom Grundzustand aus aufgeladenen Stellen) vollständig entladen werden. Ist der Abtaststrom zu groß, dann fließt, wie in Abb. 20a gezeigt, ein zusätzlicher Gleichstrom in den Vervielfacher, der nur den Störabstand durch die von ihm herrührenden zusätzlichen statistischen Schwankungen verschlechtert. Dieser Überschuß verschlechtert das Bild merklich, auch weil die Schärfe leidet, denn die Fleckschärfe bei der Abtastung ist, wie allgemein bei Katenstrahlröhren, um so besser, je kleiner der Strom ist. Die Einstellung ist ziemlich kritisch; ist nämlich der Strahlstrom andererseits zu klein, so wird zwar der Modulationsgrad besser, helle Stellen werden aber nicht mehr vollständig entladen (Abb. 20b); sie erscheinen im Bild kalkig, wie ein Beispiel in Abb. 21 zeigt.

Der Störabstand im Bildsignal des Superorthikons ist nur durch die statistischen Schwankungen der Ströme in der Röhre selbst bedingt, der Einfluß äußerer Stör-(Rausch-)quellen ist praktisch wegen der hohen Verstärkung des Signals im Vervielfacher vollständig unterdrückt. Die statistischen Schwankungen im Bildsignal rühren im wesentlichen vom Abtaststrom i_a her, dessen Schwankungen im Vorgang der (statistisch verteilt ganzzahligen) Vervielfachung weiter erhöht werden. Zusätzlich sind noch die statistischen Schwankungen der Speicherladung selbst vorhanden und — wenn man es ganz genau nimmt — auch noch die statistischen Schwankungen der Lichtquanten. (Bei Röhren mit einem Netz vor der zum Strahlerzeuger hin liegenden Seite der Speicherplatte zur Feldebnung und zur Vermeidung des Ionenflecks müssen auch noch Sekundäremissionsvorgänge an diesem Netz berücksichtigt werden.)

Wegen der quadratischen Addition statistischer Schwankungen kommt es für die praktische Bedeutung der einzelnen Beiträge auf ihr gegenseitiges Größenverhältnis an. Hier kann man im Einklang mit Messungen und Erfahrungen der Praxis sagen, daß der Hauptanteil (wegen des geringen Modulationsgrades) vom Strahlstrom herrührt. Diese Komponente errechnet sich aus der bekannten Beziehung für den Schroteffekt. Für einen bestimmten Signalstrom i_s ist die mittlere Amplitude (Wurzel aus dem mittleren Schwankungsquadrat $\overline{i_r^2}$)

der Störschwankung

$$\overline{i_r} = \sqrt{2e\alpha(i_a - i_s)f_m} \quad (1)$$

mit e = Ladung des Elektrons = $1,6 \cdot 10^{-19}$ As, α = Faktor der Erhöhung der statistischen Schwankungen im SE-Vervielfacher, f_m = Bandbreite des Fernsehsystems.

Im Bereich der Bildmodulation von 0 bis i_s ändert sich die Amplitude der Störschwankungen im Verhältnis

$$\sqrt{\frac{i_a}{i_a - i_s}}$$

Die Schwankungen sind also von der Amplitudenstufe des Signals abhängig und in den dunklen Teilen des Bildes am größten; das ist nachteilig, weil dort die Störschwankungen physiologisch am meisten stören [12]. Allerdings ist die Abhängigkeit wegen des geringen Modulationsgrades relativ schwach, bei 30% Modulation z. B. nur im Verhältnis 1,2:1 (vgl. das Oszillogramm Abb. 22).

Mit (1) erhält man für den Störabstand des Superorthikons als einfache Näherungsformel

$$S = \frac{i_s}{\overline{i_r}} = \frac{i_s}{\sqrt{2e\alpha(i_a - i_s)f_m}} \quad (2)$$

Die genauere Formel für den Störabstand erhält man durch Berücksichtigung der statistischen Schwankungen der Bildpunktladungen auf der Speicherplatte (Störmuster des Ladungsbildes [9]). Deshalb ergeben sich hier die Werte des Störabstandes etwas niedriger als nach (2) berechnet, und die Verteilung der Störschwankungen auf die einzelnen Amplitudenstufen ist etwas verschieden von (1). Der Fehler ist jedoch gering, da die zusätzlichen statistischen Schwankungen in der Unvollkommenheit der Auswertung des Ladungsbildes (geringer Modulationsgrad des Rückstroms) den wesentlichen Beitrag liefern.

Praktisch stellt die Gleichung (2) eine recht gute Näherung dar. Zu ihrer Diskussion ist eine andere Schreibweise zweckmäßig

$$S = \sqrt{\frac{i_s}{f_m}} \sqrt{\frac{i_s}{i_a - i_s} \cdot \frac{1}{2e\alpha}} \quad (3)$$

Die Diskussion bezieht sich auf die Erreichung möglichst hoher Werte für S . Der zweite Faktor enthält die Naturkonstante e der Elektronenladung, den mit der Physik des SE-Vorgangs gegebenen Faktor α und das Verhältnis des Signals i_s zum Rückstrom $(i_a - i_s)$. α hängt von der Größe des Vervielfachungsfaktors ab. Man kann $\alpha \approx 2$ ansetzen. Das Verhältnis $\frac{i_s}{i_a - i_s}$ wird groß, wenn i_a so sparsam wie möglich eingestellt wird, wie bereits erklärt (Abb. 20).

Bei einer vorgegebenen Ausführungsart der Röhre und sachkundiger Einstellung hat also der zweite Faktor in (3) einen konstanten Wert. Bezieht man den Störabstand auf das Verhältnis des Signals i_s bei Weiß zu dem bei dieser Amplitudenstufe vorhandenen Effektivwert

der Störschwankungen, so ist für das Verhältnis $\frac{i_s}{i_a - i_s}$ der Wert $\frac{1}{2}$ einzusetzen, wenn man den schon mehrfach erwähnten maximalen Modulationsgrad des Rückstroms von 30% annimmt.

Man erhält dann

$$S = 0,88 \cdot 10^9 \sqrt{\frac{i_s}{f_m}} \quad (4)$$

Mit der stillschweigenden Voraussetzung, daß der Strahlstrom stets optimal eingestellt ist und daß die in (3) enthaltenen übrigen Konstanten über einen größeren Arbeitsbereich gut konstant sind, hängt also der Störabstand nur von der Bandbreite des Fernsehsystems und von der zur Verfügung stehenden Ladungsmenge ab, die das Signal i_s erzeugt, d. h. von der entsprechenden Lichtmenge bzw. Beleuchtungsstärke der zu übertragenden Szene. Mit $f_m = 5$ MHz wird aus (4) schließlich

$$S = 0,4 \cdot 10^6 \sqrt{i_s} \quad (5)$$

(i_s in A)

Zur Angabe des Störabstandes braucht man jetzt nur noch die praktisch vorliegenden Werte i_s einzusetzen. Bei der Wahl des Signal- und Rückstrom-Verhältnisses war auf das maximale Bildsignal für „Weiß“ Bezug genommen worden. i_s ist also der Strom, der während der Bildpunktabtastzeit t_a (10^{-7} s beim 625-Zeilen-System) die Ladung Q_e eines „weißen“ Bildelementes vollständig abführt. Diese Ladungsmenge erhält man leicht aus dem Produkt der Kapazität und dem Aufladepotential. Bei einer Gesamtspeicherkapazität von $C = 100$ pF und den etwa 300 000 Bildelementen des 625-Zeilen-Bildes beträgt die Kapazität C_e eines Elementes etwa $3,3 \cdot 10^{-4}$ pF; der optimale Wert des Aufladepotentials U_1 ist — wie vorher erklärt — etwa 2 V. Aus der damit bekannten Bildpunktladung kann man i_s leicht berechnen, denn es gilt

$$Q_e = i_s \cdot t_a = U_1 \cdot C_e$$

Bei $t_a = 10^{-7}$ s erhält man für den Signalstrom $i_s = 6,6 \cdot 10^{-9}$ A. Für einen solchen Signalstrom ist nach (5) der Störabstand $S = 32$. Das stimmt mit der Praxis sehr gut überein. Für die Röhre 5820 der RCA z. B., die eine Gesamtspeicherkapazität etwa von der Größenordnung 100 pF hat, wird als Störabstand 35:1 angegeben. (Der etwas höhere Wert läßt sich verstehen, weil sich die Angaben wohl auf die 4-MHz-Bandbreite des amerikanischen Fernsehsystems beziehen.) Fernsehbilder mit einem Störabstand von etwa 30:1 haben ausreichende Qualität, sind jedoch nicht als hervorragend zu bezeichnen, insbesondere wenn — wie hier der Fall — die differentielle Verteilung der Störschwankungen über das Frequenzband gleichförmig ist (wie allgemein bei der Signalverstärkung mit SE-Vervielfacher [2]), denn eine solche Verteilungsart stört physiologisch mehr als z. B. eine Verteilung mit zunehmender Amplitude bei wachsender Frequenz (bei gleichem Effektivwert verglichen).

Der Vorteil der Standardausführung des Superorthikons mit etwa 100 pF Speicherkapazität und einem Störabstand von nur 30:1 liegt andererseits in der hohen Empfindlichkeit, denn naturgemäß ist auch



Abb. 22. Zeilenzosillogramm bei Abtastung einer Graustufentreppe. Die Verwaschung ist ein Maß für die überlagerten statistischen Schwankungen, die von „Weiß“ (links) nach „Schwarz“ (rechts) schwach zunehmen

der fotoelektrisch aufzubringende Aufladestrom für die Speicherplatte bei niedriger Kapazität entsprechend klein. Insofern stellt diese Dimensionierung der Röhre einen guten Kompromiß zwischen Bildgüte und Empfindlichkeit dar.

Man kann den Lichtstrombedarf der Röhre aus dem Ladestrom berechnen. Zweckmäßigerweise gibt man den Wert für eine gleichmäßig helle Fläche an (alle Bildelemente auf „Weiß“). Bei einer Speicherzeit von $\frac{1}{25}$ s und zeitproportionaler Aufladung braucht man für eine Speicherplatte von 100 pF bei 2 V Aufladepotential den Ladestrom $i_l = 5 \cdot 10^{-9}$ A. Bei der Entladung würden, wie vorher berechnet, $6,6 \cdot 10^{-9}$ A fließen. Der Unterschied erklärt sich aus den Zeitverlusten wegen der sogenannten Austastung, die zusammen etwa 23% ausmachen (enthalten in der Annahme von $3 \cdot 10^6$ Bildpunkten statt $4 \cdot 10^6$). Der Ladestrom i_l muß von einem zugeordneten Fotostrom i_f von der Fotokatode erzeugt werden. Wie unter 2.1 erklärt, geht dies über die Sekundäremission der Vorderseite des Glashäutchens vor sich. Die genaue Berechnung von i_f aus i_l ist nicht ganz einfach, da verschiedene Unsicherheiten und Einflüsse eingehen, sowohl in bezug auf den Strom als auch in bezug auf die Speicherzeit. Der SE-Faktor für die auf etwa 400 V beschleunigten Primärelektronen ist ungefähr 4, die Durchlässigkeit des Netzes vor der Speicherplatte etwa 60%; das gibt zusammen einen Faktor von etwa 2,5. Für die Aufladung ist der Differenzstrom zwischen Sekundär- und Primärelektronen maßgebend, das reduziert den Faktor auf $2,5 - 1 = 1,5$. Der Speichervorgang ist nicht bis zum Ende der Speicherzeit linear, weil die hellen Bildelemente im normalen Betriebszustand meist den gekrümmten Teil (Knie) der Aufladepotentialcharakteristik erreichen. Hinzu kommt die Störung der Speicherung durch das Zeilensprungverfahren wegen der Kopplungen eng benachbarter Bildelemente. Das bedingt eine erhebliche Reduktion des Faktors, so daß man praktisch sogar einen größeren Fotostrom i_f als i_l braucht. Messungen bestätigen, daß man für i_f etwa 10^{-8} A ansetzen kann.

Aus dem Fotostrom kann man über die Empfindlichkeit A der Photoschicht schließlich den Lichtstrom Φ berechnen, denn es ist

$$\Phi = \frac{i_f}{A}$$

A liegt in der Praxis etwa zwischen 20 und 60 μ A/lm. Nimmt man 40 μ A/lm als Richtwert, so braucht man bei $i_f = 10^{-8}$ A einen Lichtstrom $\Phi = 0,25$ lm. Was das in der Praxis als Beleuchtung bedeutet, hängt von der Optik der Übertragung, d. h. vom Bildwinkel und der Tiefenschärfe ab. Der erforderliche Lichtstrom ist mehr als zehnmal kleiner als bei einer Übertragung mit dem Superikonoskop. Man kann z. B. Bilder mit ausreichender Tiefenschärfe bei einer Szenenbeleuchtung von der Größenordnung 100 lx gut übertragen.

Interessant ist die Proportionalität des Störabstandes zu der Wurzel des Signals i_s (vgl. z. B. Gl. (3)). Das ist ein wichtiger Unterschied gegenüber Röhren ohne Vervielfacher, z. B. dem Superikonoskop, bei denen der überwiegende Anteil der Störschwankungen von äußeren Quellen (Verstärker) herrührt und eine direkte Proportionalität zum Signal vorliegt. Eine Verringerung des Lichtstroms und somit des Bildsignals, z. B. um eine Größenordnung, verschlechtert den Störabstand nur um den Faktor von etwa 3:1. Infolgedessen ist noch eine Übertragung mit ausreichendem Unterhaltungswert bei extrem niedriger Beleuchtung der Szene möglich. Ein Gesamtfotostrom i_f von 10^{-9} A erzeugt immer noch Bilder mit einem Störabstand von 10:1, der bei sehr aktuellen Übertragungen noch genügenden Unterhaltungswert liefert, und bei Sonderanwendungen des industriellen Fernsehens kann man gegebenenfalls auch noch mit $i_f = 10^{-10}$ A und dem entsprechenden $S = 3$ auskommen, wobei die Szenenbeleuchtung dann in der Größenordnung eines Lux liegt.

Das Superorthikon erreicht die Größenordnung der theoretisch höchstmöglichen Empfindlichkeit einer Kameraröhre, wie man aus der Angabe der Bildpunktladung in Elektronenzahlen erkennen kann. Bei 2 V Aufladung der Speicherkapazität von 100 pF beträgt die Ladungsmenge eines „weißen“ Bildelementes mit $C_e = 3,3 \cdot 10^{-4}$ pF $Q_e = C_e \cdot U_1 = 6,6 \cdot 10^{-16}$ As, das sind ungefähr 4000 Elektronenladungen. Im theoretischen Idealfall hat diese Ladungsmenge statistische Schwankungen von $\sqrt{4000}:1$, d. h. etwa 64:1. Die mit dem Superorthikon erreichten Störabstände von etwa 30:1 kommen recht gut an diesen theoretischen Grenzwert heran, d. h., sie liegen zumindest bereits in der gleichen Größenordnung. (Wird fortgesetzt)

Die Entwicklung der Fernsehgeräte in den letzten Jahren hat dazu geführt, daß heute eine Reihe von Typen zur Verfügung steht, die zum betriebsmäßigen Einsatz in der Industrie geeignet ist. Spezialzusatzgeräte, staubsichere Kapselung, Kühlaggregate sowie rüttelsichere Ausführung machen diese Geräte selbst unter den harten und rauen Betriebsbedingungen, wie sie z. B. in der Schwerindustrie auftreten, verwendungsfähig. Die Verwendung neuer Röhrentypen, insbesondere des Vidikons, hat ferner eine Verringerung des Betriebes gebracht, so daß die Kosten für eine Betriebsstunde erheblich gesenkt wurden.

Nachstehend soll eine Einrichtung beschrieben werden, bei der die Steuerung der Verschieber an einem Walzgerüst nach Fernsehbild vor sich geht. Es handelt sich dabei um das zweite Gerüst einer 800er Knüppelstraße, die durch einen 3000-kW-Motor angetrieben wird. An diesem Gerüst wurden die Verschieber nachträglich angebaut, um die Produktion zu steigern und Bedienungspersonal einzusparen. Die prinzipielle Anordnung der Anlage ist aus Abb. 1 zu ersehen. Die beiden großen Kreise in der Mitte stellen die Walzen dar. Auf der rechten Seite sitzt der Steuermann, der die Arbeitsrollgänge, die Anstellung und die Verschieber steuert. Der Arbeitsvorgang verläuft wie folgt: Der Block kommt von rechts und läuft durch die Walze. Dann wird er seitlich durch die Verschieber verschoben, bis er vor dem nächsten Kaliber liegt. Darauf wird reversiert, und der Block läuft nun von links nach rechts durch die Walze. Mittels der Verschieber wird dann eine Querverschiebung des Walzgutes vor das nächste Kaliber durchgeführt. Dieser Vorgang des Reversierens, verbunden mit

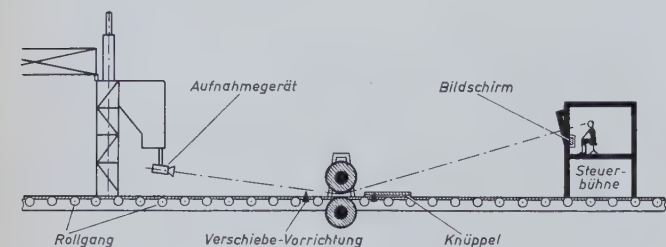


Abb. 1. Schematische Seitenansicht einer Fernsehanlage im Knüppelwalzwerk

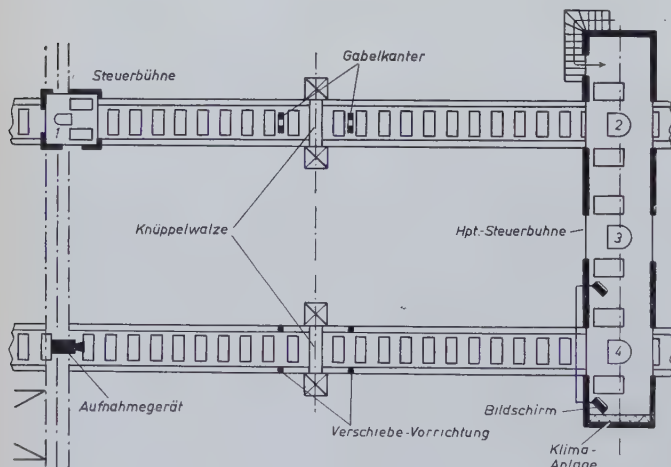


Abb. 2. Grundriß der in Abb. 1 dargestellten Anlage

einer jeweiligen seitlichen Verschiebung des Knüppels, wiederholt sich so oft, bis die gewünschte endgültige Abmessung erreicht ist. Damit der Steuermann auf der ihm abgewandten Seite des Gerüsts die Verschiebung sehen und kontrollieren kann, wurde das Fernsehgerät, ein „Fernauge“ der Fa. Grundig, eingesetzt. Es ist in einem staubdichten, luftgekühlten Gehäuse untergebracht, hat eine Optik von 75 mm Brennweite, entsprechend einem Bildwinkel von 35°, und liefert einen Bildausschnitt, der die Walzen, die Verschieberköpfe und einige Arbeitsrollen umfaßt. In Abb. 2 ist die Straße im Grundriß gezeichnet. Man sieht hier beide Gerüste.

Auf beiden Seiten des ersten Gerüsts befindet sich eine Steuerbühne. Jeder Steuermann steuert auf der ihm zugewandten Seite des Gerüsts die ihm zugewiesenen Antriebe, wie Arbeitsrollgänge, Verschieber und Anstellung. Die Verschiebevorrüstung selbst besteht aus zwei runden Kegeln auf jeder Seite des Gerüsts, die durch vier Verschiebeanker-motoren angetrieben sind. Als Schaltung ist eine Tippschaltung gewählt, die durch vier kleine, von einer Hand zu bedienende Hebel betätigt wird. Der Steuermann kann bei dieser Anordnung mit einer Hand jeden Verschieber sowohl einzeln als auch alle vier gleichzeitig in beliebiger Richtung verfahren. Diese Hebel sind so gesetzt, daß die ersten beiden den ent-

E. SCHAELE

Fernsehgeräte

sprechenden Verschiebern vor der Walze und die hinteren beiden den Verschiebern hinter der Walze zugeordnet sind. Da das Bild auf dem 17"- bzw. 9 cm-Ø-Schirm der Empfangsgeräte, nach dem der Mann die hinteren Verschieber steuert, gegenüber der direkten Sicht um 180° versetzt, also seitenverkehrt ist, wurden die beiden hinteren Hebel umgepolt. Dadurch wurde erreicht, daß die Bewegung der Verschieber auf dem Schirm-bild der Betätigungsrichtung der Hebel entspricht, die Steuerung also sinnfälliger erfolgt.

Abb. 4 zeigt die beiden Walzgerüste. Das rechte, hell erleuchtete ist das zweite Gerüst, bei dem die Fernsehkamera eingesetzt ist. Der kleine Kegel links vor der Walze ist ein Verschieber. Der zweite Verschieber befindet sich gerade hinter der Anschlagkante der Plattenabdeckung. Im oberen Teil des Bildes sieht man das Rohrgestell, auf dem die Fernsehkamera in einem staubdichten Gehäuse montiert ist. Die Entfernung von der Kamera bis zum Walzgerüst beträgt etwa 40 m. Die zusätzliche Beleuchtung des Gerüsts wurde durchgeführt, um die Helligkeitsänderung beim Durchlaufen des Walzgutes zu verringern und damit die Möglichkeit einer Übersteuerung des Fernsehgerätes zu vermeiden. Die mittlere Helligkeit an der Walze, gemessen mit einem fotoelektrischen Belichtungsmesser, beträgt etwa 400 Lux. Auf Abb. 3 sieht man einen Teil der Hauptsteuerbühne mit zwei Steuerleuten. Der erste, im Vordergrund sitzende Steuermann steuert den für beide Gerüste gemeinsamen Walzenzugmotor, während der im Hintergrund befindliche Bediener das zweite Gerüst mit den beschriebenen Verschiebern steuert. Um auch dem Bediener des Walzenzugmotors, der indirekt auch für den Produktionsablauf am zweiten Gerüst verantwortlich ist, einen Überblick über die Lage des Walzgutes zu geben, wurde auch ihm ein Parallel-Fernsehpfänger zugeteilt. Die besprochene Anlage ist seit etwa einem Jahr in Betrieb. In dieser Zeit hatte man also Gelegenheit, die Eignung von Fernsehgeräten zur Mitwirkung bei der Steuerung von Antrieben in Hüttenwerken zu prüfen. Gleichzeitig konnten an diesem Beispiel Fragen der Wirtschaftlichkeit und der Betriebssicherheit studiert werden.

Die beschriebene Fernsehanlage ist bewußt an eine Stelle gesetzt worden, an der ihr Ausfall nicht unbedingt einen Produktionsstillstand bedeutet. Bei Ausfall der Fernsehanlage tritt zwar eine Produktionsverminderung ein, die durch die Verlangsamung der Verschiebegeschwindigkeit bedingt ist. Innerhalb des ersten Betriebsjahres sind jedoch so wenig Ausfälle eingetreten, daß von Produktionsstörungen nicht die Rede sein kann.

Für die zukünftige Verwendung von Fernsehgeräten an betriebswichtigen Stellen, an denen der Ausfall des Fernsehgerätes den Ausfall des Betriebes bedeuten kann, ist jedoch zu fordern, daß auch die bisher zutage getretenen kleinen Mängel restlos beseitigt sind. Unbedingte Betriebssicherheit ist für Unternehmen, die, wie Stahl- oder Walzwerke, mit hohen festen Kosten rechnen müssen, Grundbedingung für den Einsatz von Fernsehgeräten überhaupt. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte man die in Hütten- und Stahlwerken zum Einsatz kommenden Geräte so betriebssicher gestalten und in mechanischer und elektrischer Hinsicht so reichlich dimensionieren, daß mit Störungen nicht mehr gerechnet zu werden braucht. Die relativ geringe Anzahl der bisher aufgetretenen Ausfälle und die Tatsache, daß seit langem Funk- und Fernsprengeräte zur Verfügung stehen, die den Anforderungen des Hüttenbetriebes sowohl mechanisch als auch elektrisch genügen, lassen hoffen, daß auch bei Fernsehgeräten eine Anpassung an die robusten Betriebsbedingungen erreicht wird.

Es sind teilweise auch Temperaturen zu berücksichtigen, die erheblich über den sonst in der Umgebung von Fernsehgeräten üblichen liegen.

Für die Betrachtung der durch den Einsatz des beschriebenen Gerätes erreichten Kostenersparnis wurde zugrunde gelegt, daß ein Walzwerksarbeiter dem Werk im Monat etwa 1000 DM kostet. Bei dreischichtigem Betrieb sind durch den Einsatz des Gerätes 3 Arbeiter eingespart worden, d. h., daß im Monat 3000 DM weniger an Lohnkosten anfallen. Die Betriebskosten des Gerätes sollen ziemlich hoch geschätzt und auf etwa 50 Pf pro Stunde veranschlagt werden. Das sind bei 600stündigem Betrieb im Monat 300 DM. Pro Monat werden damit an der beschriebenen Stelle durch den Einsatz des Fernsehgerätes 2700 DM erspart. In drei bis vier Monaten ist also die ganze Anlage amortisiert. Diese Rechnung setzt natürlich voraus, daß man durch die Verwendung des Gerätes einem noch nicht völlig ausgelasteten Steuermann die Steuerung einer weiteren Funktion übertragen kann und daß der Produktionsdurchgang unverändert bleibt. In der erwähnten Anlage wurden im ersten Jahr zwei Aufnahme-röhren verbraucht, von denen die erste etwa 1700 h und die zweite über 3600 h in Betrieb waren. Die garantierten Werte für diese Röhren lagen

m Walzwerk

DK 621.397.9:621.944.34

erheblich niedriger und sind durch die erreichten Zeiten teilweise um das Mehrfache überschritten worden.

Grundsätzlich wird man Fernsehgeräte in der Schwerindustrie in den meisten Fällen unter folgenden Gesichtspunkten verwenden: 1. um Personal einzusparen, 2. um die Produktion zu erhöhen, 3. um die Sicherheit der beschäftigten Personen zu gewährleisten, 4. um Arbeitsvorgänge zu ermöglichen, die ohne Einsatz des Fernsehgerätes nicht durchzuführen wären, wie zum Beispiel Steuerung von Anlagen, die direkt nicht zu beobachten sind, 5. Überwachung der Arbeitsabläufe durch das Aufsichtspersonal oder die Betriebschefs.

Die verschiedenen Bedarfsfälle werden wahrscheinlich niemals einzeln auftreten, sondern fast immer miteinander kombiniert sein.

Im folgenden seien einige Anwendungsmöglichkeiten aufgezählt, bei denen der Einsatz von Fernsehgeräten, wie sie dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen, durchaus möglich und angebracht scheint.

a) Bei der Steuerung von schweren Sägen, die mit großem Sägeblatt und hoher Drehzahl arbeiten, besteht die Gefahr, daß das Sägeblatt reißt und explosionsartig auseinanderfliegt. Das Bedienungspersonal ist daher sehr gefährdet und muß durch starke Blech- oder Drahtverkleidung nach Möglichkeit geschützt werden. Darüber hinaus stellt man das Bedienungspersonal nicht in unmittelbare Nähe des Sägeblattes. Der für den Arbeitsablauf günstigste Platz ist jedoch der, von dem der Bediener den Schnitt und die zugehörigen Hilfsantriebe aus möglichst Nähe genau überwachen kann. Aus Sicherheitsgründen kann dieser Platz meist nicht eingenommen werden. Die beiden einander widersprechenden Forderungen der Sicherheit und der Produktionssteigerung kann man dadurch gleichzeitig erfüllen, daß man in die Nähe des Schnittes ein Fernsehgerät aufstellt und den Bediener selbst genügend weit von der Säge entfernt unterbringt. Das gleiche gilt sinngemäß für die Steuerung von Scheren und anderen Trennmaschinen, bei denen es manchmal aus anderen Gründen nicht möglich ist, das Bedienungspersonal in die Nähe des Schnittes zu bringen.

b) Das Abgießen von Stahl in die einzelnen Kokillen geht so vor sich, daß der Fahrer des Gießkranes die Pfanne von Gespann zu Gespann fährt und von dem jeweiligen Vorarbeiter oder Meister eingewinkt wird, damit er den Strahl genau in den Trichter laufen lassen kann. Er selbst kann meist nicht sehen, wie er gießt, da er von oben nicht unter die Pfanne blicken kann. Hier scheint es durchaus möglich zu sein, vom Kran eine Fernsehkamera herunterhängen zu lassen, die dann von dem Gießgrubenpersonal

auf den Trichter gerichtet wird. Damit kann der Kranfahrer die Pfanne nach Sicht fahren und wertvolle Zeit sparen.

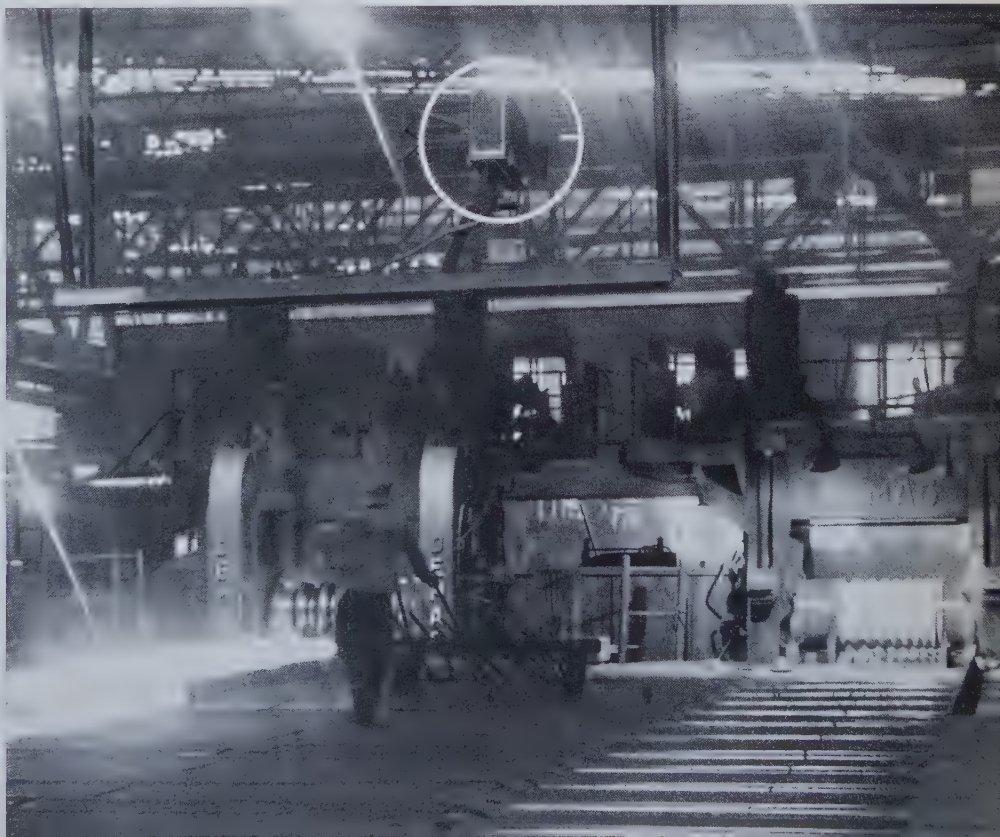
c) Sehr oft wird man ein Fernsehgerät einsetzen, um eine Arbeitsautomatik zu überwachen. Im gleichen Walzwerk, in dem die zuerst beschriebene Fernsehanlage aufgestellt ist, befindet sich ein zweites Gerät, mit dem lediglich die Ablaufrollgänge und die Querschleppanlagen von einem weiteren Bediener überwacht werden. Obwohl der Blocktransport über die Rollgänge und über die Abschiebevorrichtungen vollautomatisch erfolgt und nicht gesteuert zu werden braucht, wäre es denkbar, daß Kräne im Weg stehen, daß irgendein Unbefugter im Transportweg oder auf dem Schlepper steht, daß Blöcke klemmen oder daß andere, nicht vorauszu-sehende Störungen eintreten. Deswegen muß die Automatik überwacht werden. Das geschieht dadurch, daß ein für andere Zwecke eingesetzter Bediener ab und zu einen Blick auf das Schirmbild wirft und sich überzeugt, daß der Transport noch einwandfrei arbeitet oder arbeiten darf.

Ein weiterer Wunsch der Betriebe bzw. der Betriebsleiter ist der, jederzeit auch vom Büro aus die Betriebshallen überwachen zu können. Dieser Wunsch beruht keineswegs auf Mißtrauen dem Werkstättenpersonal gegenüber, sondern entspringt dem berechtigten Bedürfnis nach ständiger, möglichst vollständiger Unterrichtung über den Produktionsablauf. Es wird dabei nicht darauf ankommen, kleinste Einzelheiten erkennen zu können, sondern auf die Möglichkeit, den Betriebsverlauf in großen Zügen zu überblicken. Wahrscheinlich wird es für diesen Zweck erforderlich sein, mehrere Kameras in eine Halle zu setzen und mittels eines Umschalters wahlweise auf einen Bildschirm zu schalten. Eine weitere und vielleicht wichtigste Möglichkeit ist die, gleichartige, zusammengehörige, bisher mangels ausreichender Sichtverhältnisse von mehreren Bedienern betreute Steueraufgaben nun durch Einsatz von Fernsehgeräten in eine Hand zu geben. Bei Blockstraßen war es z. B. bisher üblich, vor und hinter dem Gerüst je einen Bediener aufzustellen, der den Arbeitsrollgang, die Lineale und den Kanter auf seiner Gerüstseite zu steuern hatte. Beide verständigten sich durch Zeichen oder über Gegensprechanlagen. Nach den Erfahrungen, die mit der geschilderten Anlage gemacht wurden, scheint das Umsteuern und das Führen der Blöcke beschleunigt zu werden, wenn man gleichartige Antriebe in einer Hand läßt. Man gibt z. B. die Arbeitsrollgänge einem Bediener und einem danebensitzenden vielleicht die Lineale und die Kanter. Beide haben ihre Plätze nebeneinander auf einer Seite des Gerüsts und steuern den Block auf seiner anderen Seite nach einem Bildschirm, der vor ihnen steht. Diese Umänderung muß nicht immer Personal einsparen, sie kann jedoch eine Produktionssteigerung bringen. Von der Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes ist man dann allerdings vollkommen abhängig. Fällt hier etwa einmal das Fernsehgerät aus, dann steht der Betrieb. Es ist daher an wichtigen Stellen unbedingt erforderlich, daß ein zweites, unabhängig installiertes Gerät aufgestellt wird, das bei Störung des ersten sofort eingeschaltet werden kann oder immer vorgeheizt ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei der geschilderten Anwendung das Fernsehgerät seine Eignung für Steuerzwecke in Hüttenbetrieben bewiesen hat und daß sich damit bei geeigneter Verwendung erhebliche technische und wirtschaftliche Vorteile erreichen lassen.



Abb. 3. Steuerbühne einer Knüppelstraße. Vor den Bedienern je ein Kontrollschirm der Fernsehanlage
Abb. 4. Walzgerüst in der 800-Duo-Reversier-Knüppelstraße. Im Vordergrund oben (durch weißen Kreis gekennzeichnet) eine Fernsehkamera



Raumbelichtung für Radarschirm-Beobachtungsräume

DK 628.978.722:621.396.96

Die Bildschirme von Radargeräten standen bisher im verdunkelten Raum. Man ist jedoch dazu übergegangen, den Arbeitsplatz des Radarkontrollleure mit einem zweiten Vermittlungsplatz für Radio- und Telefon-Sende- und -Empfangskanäle zu kombinieren. Außerdem befinden sich in demselben Raum die Arbeitsplätze der Peilflugleiter (DF plotting boards). Das Ablesen der Instrumente, das Betätigen von vielen Schaltern sowie das Führen der Kontrollstreifen und das Ablesen der Informationen, die an die Flugzeuge gegeben werden sollen, erfordern jedoch eine Beleuchtung des Kontrollraumes. Der Bildschirm einer nachleuchtenden Polarkoordinatenröhre mußte aber bisher im Dunkeln betrachtet werden, da sich sonst die Konturen der durch das Nachleuchten zustande kommenden Zeichnungen verwischten.

Das Leuchten des Schirmes der Katodenstrahlröhre entsteht durch das Auftreffen des Katodenstrahls auf eine lumineszierende Schicht. Bei Nachleuchtröhren vom „P7“-Typ, wie sie z. B. zu den PPI-Indikatoren der „AN/CPN-18“- und „-18A“-Radar-Einheiten gehören, hat die Röhre einen „Zwei-Lagen-Kaskadenschirm“. Der innere Belag, dem erregenden Katodenstrahl zu, besteht aus silberaktiviertem Zink-Sulfid, während der Außenbelag aus kupferaktiviertem Zink-Kadmium-Sulfid-Phosphor besteht. Beim Auftreffen des Katodenstrahls emittiert der innere Belag blaues Licht, dessen Photonen ein gelbes Leuchten des äußeren Belages hervorrufen. Die gelbe Emission wird mit einer gewissen Trägheit angeregt, die sich insofern günstig auswirkt, als sie auf ganz kurze Impulse, wie Störgeräusche usw., nicht anspricht. Betrachtet man dann das auf der Röhre geschriebene Radarbild durch ein Gelbfilter („amber screen“), das Blaulicht zurückhält und nur Gelblicht durchläßt, so bleiben die Störungen unsichtbar.

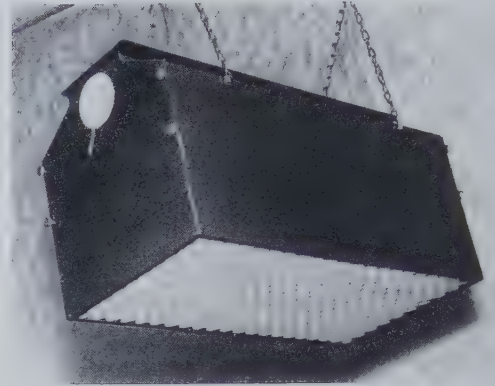
Genauso wie die vom inneren Belag auf den äußeren Belag auftreffenden Photonen diesen zum Leuchten bringen, so kann von außen einfallendes Licht den Schirm ebenfalls zum Aufleuchten bringen. Das vorgesetzte Gelbfilter dämpft nun das von außen kommende Licht, mit Ausnahme des gelben Lichts, das in beiden Richtungen durchgelassen wird, so ab, daß der äußere Schirmbelag dunkel bleibt, wenn das Licht nicht mit zu großer Intensität einfällt. Daraus ergibt sich, daß der Kontrollraum mit jedem Licht außer gelbem erhellt werden könnte.

Der dem Auge wahrnehmbare Teil des Spektrums umfaßt Wellenlängen von 350 bis 750 m μ . Zwischen diesen Wellenlängen liegen die Spektralfarben. Etwa in der Mitte des Spektrums liegt Gelb bei ungefähr 540 m μ . Auch das Auge des Menschen ist auf die Gelblinie fokussiert, d. h., die Pupille, die eine Linse ist, fokussiert Licht der Wellenlänge 540 m μ auf einen Punkt auf der Netzhaut. Entsprechend den optischen Gesetzen muß sich die Fokussierungspunktlage ändern, wenn sich die Wellenlänge ändert. Für Rotlicht ist sie hinter und für Blaulicht vor der Netzhaut. Tageslicht und Glühlampenlicht haben einen großen Gelbanteil und sind für die Beleuchtung eines Radar-Kontrollraumes nicht zu verwenden. Das Licht der Leuchtstoffröhren enthält zwar eine geringere Gelbkomponente, ist jedoch ohne weiteres auch nicht zu verwenden.

Eine an und für sich denkbare Beleuchtung des Raumes mit gefiltertem rotem, blauem oder grünem Licht ist praktisch deshalb nicht möglich, weil es dem Bedienungspersonal nicht zumutbar ist, stundenlang bei farbigem Licht zu arbeiten. Wegen der Defokussierung auf der Netzhaut würde das Personal zu sehr ermüden und dadurch eine Quelle für menschliche Auswertungs- und Übermittlungsfehler sein.

Eine punktförmige Beleuchtung ist deshalb nicht möglich, weil der auf den Lichtfleck Blickende, wenn er sich wieder dem Leuchtschirm zuwendet, eine gewisse Zeit braucht, bis sich sein Auge wieder an die Dunkelheit gewöhnt hat und er auf dem Leuchtschirm etwas erkennen kann. Diese Zeitspanne kann aber, besonders bei radarkontrollierten Landungen von Düsenflugzeugen mit ihren großen Landegeschwindigkeiten, von entscheidender Wichtigkeit sein, da das Flugzeug in einer Sekunde bis zu 200 Meter zurücklegt.

Abb. 1. Hängeleuchte für Radarschirm-Beobachtungsräume



Aus der Farbenlehre ergibt sich nun aber an Hand des Farbreiecks, daß aus den Farben Rot, Grün und Blau durch Mischung ein weißes Licht zu erhalten ist. Das ist das Arbeitsprinzip der „Dreifarbennleuchte“. Drei Leuchtstoffröhren — eine rote, eine blaue und eine grüne — mischen ihr Licht in einem „Mischraum“ unter Ausnutzung des Brechungseffektes einer Linsenglasscheibe. Das erhaltene Licht wird weiß, wenn die Intensität der drei Farben richtig aufeinander abgestimmt ist. Um ein reines rotes, blaues bzw. grünes Licht zu erhalten, bringt man die Leuchtstoffröhren in Kammern unter, die gegeneinander lichtdicht abgeschirmt sind und an deren offener Seite sich Spezialfilter befinden. Eine mittels Schraubenzieher zu betätigende Einstellung erlaubt eine Einregelung der Intensität der einzelnen Farben am Aufhängeort, um ein individuelles, dem Auge angenehmes, weißes Licht zu erhalten, das zugleich den Kontrast auf dem Radar-Kontrollschirm nicht verringert.

K. Ohlsen

FUNK-TECHNIK

RADIO · FERNSEHEN · ELEKTRONIK

brachte in den Juliheften u. a. folgende Beiträge:

1. Juliheft 1956 (Nr. 13)

- Neue Entwicklungslinien in der Rundfunksaison 1956/57
- Rundfunkempfänger 1956/57 — Beispiele technischer Neuerungen
- Das Farbfernsehsignal des amerikanischen NTSC-Verfahrens
- KW-Peilempfänger für Fuchsjagden
- Fernlenkempfänger mit Transistoren
- Elektroakustik auf der Deutschen Industrie-Messe Hannover 1956
- Akustischer Fernschalter
- Die Entwicklung der Radioindustrie in Australien

2. Juliheft 1956 (Nr. 14)

- UKW-Sprechfunkeinrichtungen mit Fernwirkübertragung bei Energieversorgungsunternehmen
- Der NTSC-Farbfernsehempfänger
- Elektronischer Präzisionszeitschalter
- Wobbelsender für UKW- und Fernsehbänder
- Hilfsgerät für Impulsspitzenmessungen
- Fernsehantennen-Neuheiten
- So arbeitet mein Fernsehempfänger
- Von Sendern und Frequenzen · Kurznachrichten · Zeitschriftendienst
- Beilagen: Bausteine der Elektronik · Amerikanische Abkürzungen

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde

Neue Geräte für die magnetische Schallspeicherung

DK 681.84.083.8:061.4.001.3

Verfolgt man rückblickend die Entwicklung der Magnetton-Technik, dann stellt man fest, daß sich — von der Anwendungsseite her gesehen — heute drei Hauptgebiete herauskristallisieren: Einmal die hochwertige Studiomaschine, deren Entwicklung bis zu einem gewissen Grade dadurch gekennzeichnet ist, daß man auch für höchste Anforderungen heute dazu übergeht, statt der früher vorzugsweise benutzten Bandgeschwindigkeit von 76 cm/s jetzt 38 cm/s zu verwenden, zumal für den internationalen Bandaustausch diese Geschwindigkeit empfohlen ist, weil die Fortschritte der Magnetbandtechnik auch bei dieser Geschwindigkeit absolute Studioqualität erreichen lassen. Dann folgt die große Gruppe der Heim-Magnetongeräte, die dadurch gekennzeichnet ist, daß man im Interesse eines geringen Bandverbrauchs im allgemeinen mit Bandgeschwindigkeiten von 9,5 oder 19 cm/s, gelegentlich auch nur von 4,75 cm/s arbeitet. Der Frequenz- und Dynamikumfang dieser Geräte genügt teilweise sehr hohen Ansprüchen, und mehrere Modelle mit 19 cm/s Bandgeschwindigkeit erreichen fast Studioqualität. Wie die Praxis zeigt hat, bedient man sich dieser Typen deshalb auch vielfach bei Außenaufnahmen usw., wo man diesen Geräten wegen des bequemeren Transportes den Vorzug gegenüber den in Übertragungswagen eingebauten Studiomaschinen gibt. Als dritte, nicht minder wichtige Gruppe sind die Diktiergeräte zu nennen, die heute schon fast zu einem selbständigen Produktionszweig geworden sind. Daneben stehen dann noch Magnetongeräte für Sonderzwecke, darunter auch solche für Aufgaben außerhalb der eigentlichen Tontechnik.

Die Deutsche Industrie-Messe Hannover 1956 gab Gelegenheit, einen Überblick über das Angebot der deutschen Industrie zu gewinnen.

Studio-Magnetongeräte

Die bereits seit Jahren bekannte Studiomaschine „Magnetophon T 9“ der AEG ist seit einiger Zeit durch das „Magnetophon T 9u“ (AEG/Telefunken) mit umschaltbarer Bandgeschwindigkeit (76,2 cm/s und 38,1 cm/s) ersetzt worden. Die „T 9u“ hat ebenfalls ein Dreimotoren-Laufwerk mit polumschaltbarem (4/8polig) Synchronmotor und zwei Asynchronmotoren wie die „T 9“, jedoch werden der Aufnahmeverstärker „V 66u“ und der Wiedergabeverstärker „V 67u“ bei Einstellung der Bandgeschwindigkeit über Relais vom Laufwerk aus auf die gewünschten Aufnahmeverstärker- und Wiedergabefrequenzgänge umgeschaltet. Besonderen Wert legt man bei der „T 9u“ auf kleinste Tönhörschwankungen und sekundengenaue Kontrolle des zeitlichen Programmablaufs (Banduhr mit beleuchtetem Zifferblatt). Eine mit Druckknopf betätigte Bandschere und eine Kleelehre auf dem Kopfträger erleichtern das Cuttern direkt an der Maschine.

Ein neues Studiogerät ist das „Magnetophon T 9a“ (Telefunken) für die Bandgeschwindigkeiten 38,1 und 19,05 cm/s. Der Aufbau entspricht im wesentlichen dem der „T 9u“, jedoch ist der Tonmotor ein 8/16poliger Synchronmotor. Er läuft im Gegensatz zu der Anordnung in der „T 9u“ nach Einschalten der Maschine dauernd, so daß sich eine besonders geringe Hochlaufzeit des Bandes ergibt.

Für Betriebsverhältnisse, bei denen die Maschine nicht so hoch beansprucht wird wie beispielsweise im Studiobetrieb der Rundfunkanstalten, ist das „Magnetophon M 5“ lieferbar, das mittels umschaltbaren Reibradgetriebes mit den drei Geschwindigkeiten 76, 38 und 19 cm/s oder 38, 19 und 9,5 cm/s arbeitet. Gleichzeitig mit der Umschaltung des Reibradgetriebes erfolgt die Umschaltung der Entzerrung in den Verstärkern.

Meßeinrichtungen für Studio-Magnetongeräte

Zum Messen der Tönhörschwankungen von Magnetton- und Nadeltongeräten liefert Elektrotechnik Wilhelm Franz KG neben dem bereits seit einigen Jahren bekannten Tönhörschwankungsmesser „EMT 414“ („J 60a“) neuerdings den Tonschwankungsmesser „EMT 418“. Er dient

zur Messung von Frequenz- und Amplituden-Störmodulationen, wobei die Frequenzmodulation als prozentualer Anteil der Frequenzabweichung von einer Trägerfrequenz definiert ist. Da sich die gehörmäßige Auswertung an den Scheitelwerten orientiert, zeigt dieses Gerät Scheitelwerte und nicht Effektivwerte an. Die Meßbereiche sind 0,3, 1, 3 und 10% FM-Störmodulation, wobei Amplitudenschwankungen innerhalb ± 10 dB vernachlässigbar sind, falls die Werte nicht in die Aussteuerungsgrenzen fallen. Für die Messungen von Amplituden-Störmodulationen hat das Gerät die Meßbereiche 10 und 30%. Das Gerät „EMT 418“ gestattet neben der Absolutmessung der Tönhörschwankung auch noch eine gehörrichtige Bewertung der FM-Störmodulation über ein Tiefpaßfilter mit 4 Hz oberer Grenzfrequenz und darüber einem Abfall von etwa 3 dB/Oktave sowie Schlupfmessungen über Tiefpaßfilter mit 0,5 und 1,5 Hz oberer Grundfrequenz. Da sich aus Frequenz und Kurvenform der Schwankung oft bequeme Rückschlüsse auf die Entstehungsursache der Störung ziehen lassen, ist ein Elektronenstrahloszilloskop zur Analyse eingebaut (Kippfrequenz 1 und 5 Hz in zwei festen Stufen und 0,2...30 Hz kontinuierlich in fünf Bereichen). Zum Unterdrücken von Störmodulationen sind Resonanzfilter in Parallel- oder Serienschaltung für die Frequenzen 6,25, 12,5, 25, 50 und 98 Hz mit einer Dämpfung von etwa 20 dB eingebaut. Als Meßfrequenz dient die international am häufigsten benutzte Frequenz 3 kHz, die um $\pm 4\%$ vom Sollwert abweichen darf.

Zur betriebsmäßigen Wartung aller Arten von Magnetongeräten ist das neue Magnetton-Betriebsmeßgerät „EMT 203“ („R 57“) (Elektrotechnik Wilhelm Franz KG) bestimmt. Es gestattet in Verbindung mit seinen Zubehörteilen das vollständige Einmessen einer Magnettonanlage ohne Testbänder, die lediglich noch zum Einstellen der Spaltstrichung erforderlich sind. Der Kopfstrom-Meßteil mißt niederfrequente Modulationsströme von 0,5 bis 10 mA (30...20000 Hz), hochfrequente Vormagnetisierungsströme von 2 bis 30 mA (40 kHz...> 200 kHz) und hochfrequente Löschströme von 20 bis 300 mA (10 kHz...> 100 kHz). Mit dem Einpegelteil ist die exakte Einmessung des Wiedergabekanals möglich. Zum Messen mit induktiver Einspeisung wird an den Ausgang des Bandflußnetzwerkes die als Zubehör lieferbare Einspeisespule geschaltet und vor den Spalt des Wiedergabekopfes geschoben, so daß in dem Hörkopf eine MMK induziert wird. Die Justierung erfolgt auf maximale Ausgangsspannung des Wiedergabeverstärkers. Zur galvanischen Einspeisung einer Hörkopf-Ersatz-EMK liegt an dem Ausgang des Bandflußnetzwerkes in Serie mit einem Widerstand ein niederinduktiver Übertrager, an dessen Sekundärseite eine EMK entsteht, die der vom Frequenzgangteil des Bezugsbandes in einem Hörkopf mittlerer Empfindlichkeit induzierten EMK gleich ist. Der Frequenzgang des Bandflußnetzwerkes entspricht der CCIR-Empfehlung Nr. 135 und berücksichtigt die frequenzabhängigen Abtastringen stadiobühlicher Hörköpfe. Ferner ist für Wirbelstromverluste eine Korrektur von 0,7 dB bei 15 kHz und eine weitere, nur bei den tiefsten Frequenzen wirksame, für Abschirmverluste eingebaut.

Telefunken liefert für den Betriebsmeßdienst das „Magnetophon-Kontrollgerät MKG 56“ zum Messen des HF-Löschstromes, des HF-Vormagnetisierungsstromes, des NF-Sprechstromes, des Wiedergabepegels und des Frequenzganges des Wiedergabeverstärkers sowie mit entsprechenden Zusatzgeräten auch die Messung nichtlinearer Verzerrungen.

Vierspur-Magnetophon

Eine Spezialausführung ist das Telefunken Vierspurmagnetophon, das für die besonderen Anforderungen bei der Aufnahme moderner Tanzkompositionen entwickelt wurde. Es enthält die bewährte Laufwerk-konstruktion des „T 9u“ und arbeitet mit Bändern von 25,4 mm Breite und 500 m Länge, auf die gleichzeitig oder nacheinander die vier Spuren aufgesprochen werden. Da jeder Aufnahmepkopf auch als Wiedergabekopf

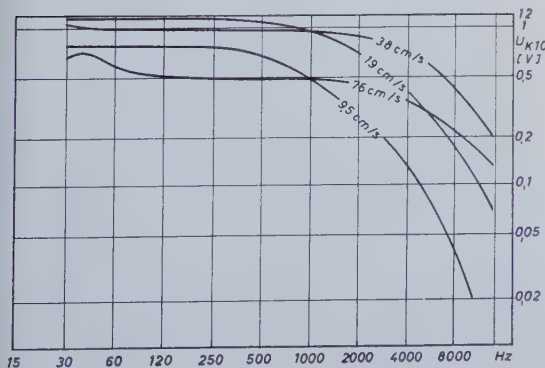
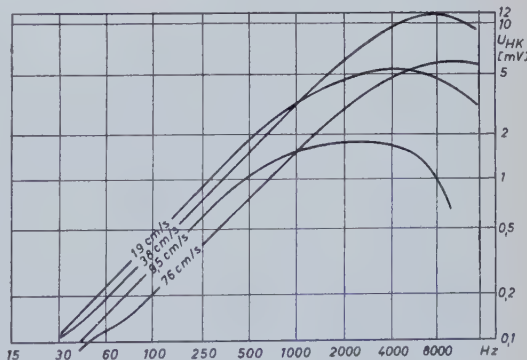


Abb. 1. Ausgangsspannung des Bandflußnetzwerkes im Magnetton-Betriebsmeßgerät „EMT 203“ bei Abschluß mit 350 Ohm und frequenzkonstanter Eingangsspannung von 1,55 V (W. Franz KG)

Abb. 2. Ersatz-Hörkopf-EMK des Bandflußnetzwerkes bei galvanischer Einspeisung mit frequenzkonstanter Eingangsspannung von 1,55 V (W. Franz KG)



benutzbar ist, besteht die Möglichkeit, Orchestergruppen nacheinander auf die vier Spuren aufzunehmen, wobei jede Spur wahlweise über den Aufsprechkopf abgehört werden kann. Diese Spur gibt dann Einsatz und Takt für die Aufnahme einer der anderen Spuren. Die Aufnahmen der vier Einzelspuren lassen sich also gleichzeitig abspielen und mischen. Zur Bedienung dienen vier Drucktasten für Aufnahme, Wiedergabe, Umspulen und Halt und neun Drehschalter auf dem Regiepult für die Einstellung der verschiedenen Betriebsarten.

Heim-Magnetongeräte

Die Mehrzahl der Geräte dieser Gruppe arbeitet mit 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit und hat einen praktisch linearen Frequenzgang im Bereich von 50...10000 Hz. Auf 19 cm/s umschaltbare Geräte erreichen vielfach linearen Frequenzgang bis 15000 Hz, während neuerdings eine gewisse Tendenz erkennbar ist, von 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit auf 4,75 cm/s herunterzugehen, um bei immer noch ausreichendem Frequenzumfang eine entsprechend längere Spielzeit zu erreichen. Der Frequenzumfang ist dann zwar nur etwa 100...4500 Hz, aber es gibt genügend Anwendungsgebiete, für die dieser Bereich absolut ausreicht.

Neben den bereits bekannten Geräten sah man in Hannover auch einige neue Modelle. Der Tonbandkoffer „TK 8/3 D“ von Grundig hat mit 18-cm-Normspulen bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit eine Gesamtspielzeit von 3 Stunden. Bei 19,5 cm/s Bandgeschwindigkeit ist der Frequenzumfang 40...16000 Hz. Der polumschaltbare Außenläufermotor treibt über die Tonrolle das Magnetband direkt an, so daß die Wirkung der dynamisch ausgewuchteten Schwungmasse des Motors voll zur Geltung kommt. Das schon bekannte „Magnetophon KL 65“ (AEG/Telefunken) ist durch neuerdings lieferbares Zubehör (Kopfhörer, Stenotaste) sowie eine nachträglich einsetzbare Endstufe noch vielseitiger geworden. Nora zeigte als „Selectophon T 5“ eine interessante Kombination von Tonbandgerät und Schallplattenteil mit eingebautem Verstärker und Lautsprecher. Als Tonträger dient ein 35 mm breites endloses, rillenloses Magnetband in einer Buchkassette, das insgesamt 70 unterbrechungslos ineinander übergehende Tonspuren hat. Die Kombination eines Zählwerks mit einem Wahlschalter gestattet die Wahl der gewünschten Spur. Auch Saba kündigte ein neues Magnetongerät an („TG 75“ als Koffergerät, „TC 75“ als Einbasschassis), das eine über Leuchttasten bediente vollelektromagnetische Steuerung hat. Die Spurumschaltung erfolgt ebenfalls vollautomatisch. Voraussichtlich ist dieses Gerät ab Jahresende lieferbar.

Diktiergeräte

Diktiergeräte konnten sich in den vergangenen zwei Jahren auch in Deutschland in so starkem Maße einführen, daß sie heute schon in vielen modern arbeitenden Büros unentbehrliche Hilfsmittel geworden sind. Da die Anforderungen an den Frequenzgang und den Dynamikumfang wesentlich niedriger liegen als bei für Musikaufnahmen bestimmten Ge-

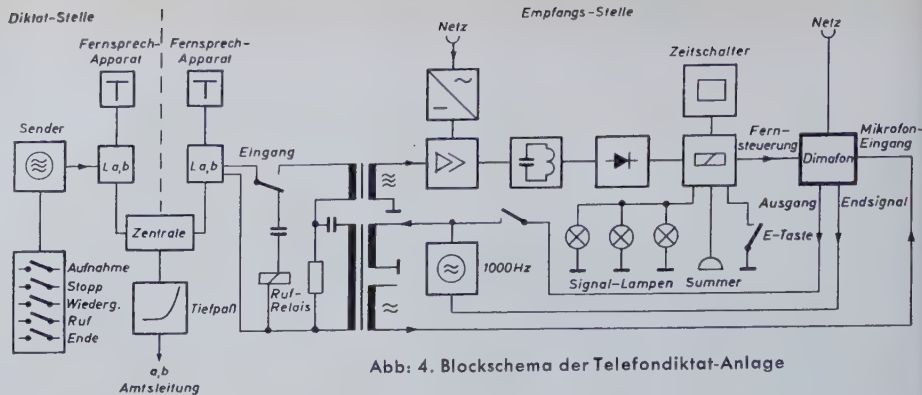


Abb. 4. Blockscheina der Telefondiktat-Anlage

minent“ bestimmt ist, ohne daß es dazu notwendig ist, irgendwelche Veränderungen an der bestehenden Anlage auszuführen. Es lassen sich alle Bedienungsfunktionen ohne Verlegen eines besonderen Leitungsnetzes und ohne Störung der postalischen Einrichtung ausführen.

Als Sender für die Fernsteuerung dient ein mit einem Transistor OC 602 bestückter Oszillator, der beim Druck auf eine der fünf Tasten die jedem Funktionskommando zugeordnete Oszillatorfrequenz erzeugt (Aufnahme = 50 kHz, Stopp = 44,7 kHz, Wiedergabe = 39,6 kHz, Ruf = 35,4 kHz, Ende = 31 kHz). Die Stromversorgung erfolgt aus einer 3-V-Batterie (Belastung etwa 1 mA). Da zum Steuern des Empfängers nur kurze Impulse erforderlich sind, genügt kurzzeitiges Drücken der entsprechenden Sendetaste zum Auslösen des gewünschten Schaltvorganges auf der Empfangsstelle. Der Sender gibt im Leerlauf etwa 3 V und bei Belastung etwa 1,4 V Ausgangsspannung ab.

Der für Netzspannungsbetrieb ausgelegte Empfänger (OC 602, EC 92, E 81 L) ist in der Schreibzentrale aufgestellt und nimmt die auf den einzelnen Frequenzen einlaufenden Kommandos auf, um sie dem „Dimafon“-Gerät zu übermitteln. Zum Anwählen der Empfangsstation ist spätestens beim Wählen der letzten Ziffer die Anruftaste am Sender zu drücken. Sofern die Leitung nicht belegt ist, wird dann die Verbindung sofort hergestellt und die Leitungsbelegung außerdem an der Empfangsseite optisch angezeigt. Da die Anruftaste gleichzeitig die Stopptaste ist, läuft der Antriebsmotor des „Dimafon“-Gerätes erst dann an, wenn entweder die Aufnahme- oder die Wiedergabetaste gedrückt wird. Während des Drückens der Wiedergabetaste läuft der Motor in umgekehrter Richtung, so daß man die Möglichkeit hat, den aufgesprochenen Text nach Loslassen der Taste abzuhearschen. Kurz vor Erreichen des Endes des Tonträgers ertönt ein Endsignal; gleichzeitig wird der im Empfangsteil eingebaute Transistor-Tongenerator erregt und gibt mit einem Pegel von etwa 20 mV einen 1000-Hz-Ton auf die Leitung, so daß der Diktierende orientiert ist, daß der Tonträger in kurzer Zeit abgelaufen ist und er erst nach Plattenwechsel weitersprechen kann. Nach beendetem Diktat fordert ein durch Drücken der Taste „Ende“ ausgelöstes optisches und akustisches Signal die Empfangsstelle auf, eine neue Platte aufzulegen, um dann ihrerseits durch Drücken einer Taste am Empfänger die Verbindung zu trennen und die Anlage wieder in Bereitschaftsstellung zu bringen.

Magnetongeräte für Sonderaufgaben

Außer für die Tonaufzeichnung hat die magnetische Schallspeicherung in den letzten Jahren neue Anwendungsmöglichkeiten gefunden, die mit ihrem ursprünglichen Verwendungszweck nur noch sehr lose zusammenhängen. So hat man vielfach Schwingungsvorgänge usw. auf Magnetband aufgenommen, um sie anschließend, beliebig oft reproduzierbar, im Labor auf Zusammensetzung nach Art und Größe der einzelnen Komponenten zu untersuchen. Weiterhin ist bekannt, daß die magnetische Schallaufzeichnung beispielsweise im Flugsicherungsdienst und neuerdings auch im Betriebsdienst der Eisenbahnen benutzt wird, um die bis dahin meist übliche Nachrichtenübermittlung mit Morsezeichen durch das gesprochene Wort zu ersetzen und doch bei eventuell auftretenden Zwischenfällen ein beweiskräftiges Dokument über den Nachrichtenverkehr zur Hand zu haben.

Für die Analyse extrem langsamer Schwingungen bis in das Gebiet von 1 Hz herunter hat Telefunken ein Spezial-Magnetophon für Meßzwecke entwickelt, das unter Verwendung der Konstruktionselemente des „Magnetophon M 5“ aufgebaut ist. Diese Maschine arbeitet bei der Aufnahme mit 1,52 cm/s Bandgeschwindigkeit und bei der Wiedergabe mit 76,2 cm/s. Dadurch ergibt sich eine Transponierung der aufgenommenen Frequenz im Verhältnis 1 : 50 in einen höheren Frequenzbereich, so daß es leicht möglich ist, nicht mehr hörbare Schwingungen in einen Frequenzbereich zu verlagern, in dem eine Auswertung mit bekannten akustischen und meßtechnischen Mitteln möglich ist. Der Frequenzgang ist bei der Aufnahme von 0,5...400 Hz, bei der Wiedergabe von 25...20000 Hz \pm 1 dB linear. Die Tonhöhenschwankungen bei Wiedergabe einer aufgesprochenen Frequenz von 170 Hz und einer Bandschleife von mindestens 186 cm Länge



Abb. 3. Empfangsstelle des Telefondiktat-Systems (W. Assmann GmbH)

räten, ergeben sich technische Vereinfachungen, die sich in einem entsprechend günstigen Endpreis auswirken. Im Gegensatz zu den Heim-Magnetongeräten, die auch durchweg einen gewissen Bedienungskomfort aufweisen und damit auch in der Hand des technischen Laien absolut betriebssicher arbeiten, sind bei Diktiergeräten aber noch zahlreiche zusätzliche Maßnahmen notwendig, um die Bedienung, weil sie keine zusätzliche Belastung sein darf, so einfach wie nur möglich zu machen. Gegenüber dem Vorjahr war deshalb festzustellen, daß im Zuge dieser Entwicklung bei vielen Diktiergeräten der Bedienungskomfort erheblich erhöht worden ist und damit auch internationalen Anforderungen gerecht wird. Auf diesen Umstand ist die Steigerung des Exportanteils der Diktiergeräte wesentlich mit zurückzuführen.

Eine interessante Neuerung ist das Telefondiktat-System (W. Assmann GmbH), das ausschließlich zur Benutzung in Fernsprech-Nebenstellenanlagen und zur Fernsteuerung des „Dimafon“-Diktiergerätes Typ „Pro-

sind höchstens $\pm 0,5\%$. Bei Vollaussteuerung (200 mM für FR-Band) mit 40 Hz ergibt sich bei 1,52 cm/s Bandgeschwindigkeit ein Klirrfaktor k_2 von 0,4 % und k_3 von 1,0 %.

Speziell zur Aufzeichnung von Meßwerten für seismische Untersuchungen hat die *W. Assmann GmbH* ein Vielspurgerät entwickelt. Bei geophysikalischen Reflexions- und Refraktionsmessungen legt man die Geophone im Gelände aus und zeichnet die von ihnen beim und unmittelbar nach dem Schuß abgegebenen Spannungen auf. Zur Auswertung des Schusses kann man dann diese im Gelände gemachte Aufnahme im Labor unter den verschiedensten Bedingungen wiedergeben und mit dem Lichtschreiber auch auf Papier sichtbar darstellen. Aufnahme und Wiedergabe erfolgen also über verschiedene Geräte. Während das für den Einbau in einen Kraftwagen ausgebildete Aufnahmegerät aus Batterien gespeist wird, arbeitet das ortsfeste Wiedergabegerät mit Netzanschluß. Bei beiden Geräten sind Laufwerk, Verstärker, Versorgungs- und Kontrollgeräte in einem Kasten-gestell eingebaut. Das Magnetband (Länge 1080 mm, Breite 120 mm), auf dem die Köpfe gleiten, ist auf eine Trommel aufgespannt. Es lassen sich 25 Tonspuren für die seismische Aufzeichnung und eine für die Zeitmarke unterbringen. Der Frequenzbereich ist 10...500 Hz, die Dynamik 40 dB. Ein über einen Wechselrichter aus den Batterien gespeister Induktionsmotor treibt die Bandtrommel im Aufnahmegerät an. Die Anodenstromversorgung erfolgt über einen Umformer ebenfalls aus der Batterie. Die Ausgangsspannungen der Geophone werden jeweils in einem Vorverstärker, der in der Regel und Frequenzgang den seismischen Anforderungen entspricht, verstärkt und einem Multivibrator zugeführt, dessen freilaufende Grundfrequenz von 3800 Hz durch diese Spannung frequenzmoduliert wird; der Multivibrator speist dann den entsprechenden Tonkopf. Man wählt dabei den Aufprechstrom so, daß das Band völlig durchmagnetisiert und somit jede vorhergehende Aufzeichnung gelöscht wird. Ein Schanzeichen zeigt dem Schießmeister den dem Bandanfang entsprechenden Schießzeitpunkt an. Eine Relaisanordnung schaltet die Aufnahme-verstärker und das Laufwerk nach Beendigung des Trommelumlaufs (Laufzeit 5 s) automatisch aus. Beim Wiedergabegerät wird die von den verstellbar angeordneten Wiedergabeköpfen abgegebene Spannung nach entsprechender Vorverstärkung begrenzt und demoduliert. Über ein Buchsenfeld lassen sich die einzelnen Kanäle untereinander mischen. Die Ausgänge der Verstärker sind so ausgelegt, daß sich Filter und über diese wiederum ein Lichtschreiber anschließen lassen.

Über diesen Anwendungsbereich hinaus lassen sich Vielspurgeräte aber auch zur Aufzeichnung von Meßwerten für zahlreiche andere Aufgaben verwenden, z. B. für Schwingungsuntersuchungen, automatische Steuerung, Kontrolle und Dokumentation von beliebigen Meßwerten usw.

Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet ist die vollautomatische Ansage von Meßwerten aus unbemannten Meßstationen. Speziell zur telefonischen Ansage von Wasserständen dient das Wasserstandsansagegerät „WAG I“ (*W. Assmann GmbH*). Dieses Gerät tastet die Stellung der Zählwerksrollen eines Wasserstandsmessers elektrisch ab und gibt sie dem anrufenden Teilnehmer telefonisch in zusammenhängender Ansage durch.

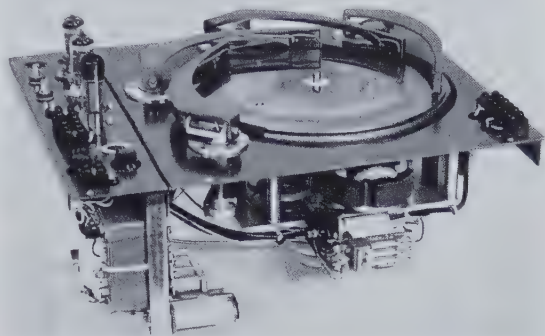


Abb. 5. Meßwert-Anzeigegerät „WAG 2“ mit drei Magnetköpfen für die Ansage der Zahlen und einem Magnetkopf für die Rahmenansage (*W. Assmann GmbH*)

Das in einem Gestell untergebrachte Gerät besteht aus dem Laufwerk- und dem Verstärkereinschub. Der Laufwerkeinschub enthält neben dem Antriebsmotor und dem Plattenteller mit der rillenlosen magnetisierbaren Schallplatte elf Tonarme mit Magnetköpfen sowie die Bedienungsschalter, Relais und einen Kontroll-Lautsprecher. Das Gerät ist nur für Wiedergabe eingerichtet und kann im Anlaß- oder Dauerbetrieb arbeiten. Für die

GERMANIUM DIODEN QUARTETTE



Sorgfältige Auswahlverfahren und die bewährte Herstellungstechnik sind die Grundlage für die bevorzugte Eignung der TELEFUNKEN-Germanium-Dioden-Quartette FÜR RINGMODULATOREN

TELEFUNKEN



letzte Betriebsart ergibt sich eine Lebensdauer der Platte von etwa einem halben Jahr, so daß es sich empfiehlt, das Gerät im Anlaßbetrieb zu benutzen.

Der Plattenteller führt bei jeder Ansage drei Umdrehungen aus. Die Magnetköpfe 1...10, die zur Ansage der Zahlen 0 bis 9 dienen, beschreiben kreisförmige Bahnen. Jede dieser Zahlen ist zweimal auf eine konzentrische Tonspur aufgesprochen. Der elfte Kopf führt die Rahmenansage durch. Seine Tonspur ist spiralförmig mit kurzem Rücklauf. Innerhalb der Rahmenansage sind vor den Dimensionen Meter, Dezimeter und Zentimeter drei Pausen, in die die betreffenden Zahlen mit Hilfe der von den Zählwerksrollen gesteuerten Magnetköpfe eingeblendet werden. Die Anschaltung der einzelnen Magnetköpfe auf den Verstärkereingang erfolgt über Relais im jeweils richtigen Zeitpunkt. Nach Anwählen durch einen Teilnehmer läuft bei Anlaßbetrieb das Gerät so lange, wie der Teilnehmer die Verbindung aufrechterhält. Nach dem Einhängen läuft das Gerät noch bis zur Beendigung der Durchsage, und mit dem Abschalten des Motors und der Relais wird gleichzeitig der Anodenstrom der Endröhre stark herabgesetzt. Ein Magnet im Zählwerk arretiert während der Ansage die Zählwerksrollen. Die gesamte Ansagezeit erstreckt sich über etwa 10 s. Der Frequenzbereich über alles ist 200...5000 Hz, der Störspannungsabstand etwa 40 dB und der Geräuschspannungsabstand etwa 50 dB. Bei einem Quellwiderstand von max. 2 Ohm läßt sich bei einem Klirrfaktor <5% eine Sprechleistung von etwa 1 W entnehmen.

Ebenfalls für die Fernansage von Meßwerten ist das Meßwert-Ansagegerät „MAG II“ der W. Assmann GmbH bestimmt. Es dient beispielsweise dazu, einem anrufenden Teilnehmer telefonisch in zusammenhängender Ansage die Schwimmerstellung eines Pegelmessers mitzuteilen. Bei Eingang des Anrufes schaltet sich das Gerät automatisch ein und wiederholt dieselbe Ansage dreimal hintereinander. Das in einem wasserdichten Gehäuse untergebrachte Schwimmerad betätigt über ein Getriebe drei auf einer rillenlosen Magnettonplatte laufende Tonarme, von denen je einer die Zahlen für Meter, Dezimeter und Zentimeter des Wasserstandes ansagt. Ein vierter Tonarm dient zur Durchgabe des Ortes und der Tendenz („steigt“ oder „fällt“). Für die Dauer der Ansage sperrt ein Elektromagnet das Tonarmgetriebe, so daß ein Weitersetzen des Tonarmes während dieser Zeit nicht möglich ist. Die Magnettonplatte dreht sich zwölfmal pro Minute und gibt bei jeder Umdrehung eine vollständige Ansage — bestehend aus dem Ort, drei Zahlen und der Tendenz — durch. Mit Hilfe eines besonderen Aufsprechverstärkers läßt sich die Platte über einen der drei Köpfe besprechen. Da die aufgesprochenen Zahlen später bei der Wiedergabe auch von den beiden anderen Köpfen abgetastet werden, entsteht eine dreistellige Zahl. Der vierte Kopf kann über eine elektromagnetische Steuerung auf zwei Tonspuren laufen, von denen die eine den Aufstellungsort und das Wort „steigt“, die andere den Aufstellungsort und das Wort „fällt“ enthält. Bei der Wiedergabe sind die vier Köpfe parallel geschaltet. —th

AUS INDUSTRIE UND TECHNIK

Dr. Erich von Löhöffel 25 Jahre Pressestellenleiter



Am 1. August 1956 jährt sich zum fünfundsingzigsten Male der Tag, an dem Dr. Erich von Löhöffel seine Tätigkeit als Leiter der *Telefunken*-Pressestelle aufnahm. Nach dem ersten Weltkrieg trat er nach einem Studium der Staatswissenschaften in die Dienste des *Scherl-Verlages*, wo er zuletzt Bild-Redakteur der „Berliner Nachtausgabe“ war. Die Ende der zwanziger Jahre für Deutschland neue Tonfilmtechnik brachte ihn am 1. Mai 1929 als Pressestellenleiter zur *Klangfilm GmbH* und damit in engste Verbindung zur Technik. Als *Telefunken* 1932 die *Klangfilm GmbH* übernahm, wurde Dr. von Löhöffel Leiter

der *Telefunken*-Pressestelle in Berlin. Der zweite Weltkrieg zerschlug auch ihm manchen Plan, aber schon bald widmete der Jubilar sich mit voller Kraft dem Wiederaufbau der *Telefunken*-Pressestelle, diesmal in Hannover. Zweieinhalb Jahrzehnte seines Lebens hat Dr. von Löhöffel erfolgreich der Pressearbeit gewidmet. In zahlreichen Veröffentlichungen aus den Gebieten Funk, Fernsehen und Schallplatte hat er dazu beigetragen, weite Kreise über interessante Neuerungen zu informieren. Stets suchte und fand er engen Kontakt mit Fachschriftstellern und Journalisten, und viele persönliche Bindungen haben die Zusammenarbeit der Fachpresse mit ihm stets angenehm gemacht.

Mögen dem Jubilar noch weitere Jahre ungebrochener Schaffenskraft im Dienste der HF-Technik und des Hauses *Telefunken* beschieden sein.

Veränderung in der Forschung bei AEG und Telefunken

Am 1. 7. 1956 trat Dr. Karl Steimel, bisher ordentliches Vorstandsmitglied der *Telefunken GmbH*, zur *AEG* über, um dort als Chef-Physiker die Leitung der Forschung zu übernehmen. An seine Stelle trat am 1. 6. 1956 Prof. Dr. Werner Nestel als Leiter für Forschung und Entwicklung in den Vorstand der *Telefunken GmbH*. Zum Arbeitsbereich Prof. Nestels gehört auch das Forschungsinstitut in Ulm unter Leitung von Prof. Dr. Wilhelm Runge, dessen Stellvertreter Prof. Dr. Kurt Fränz ist. Auch Prof. Dr. Fritz Schröter ist jetzt wieder Mitarbeiter in Ulm.

Leipziger Messe

Die vom 2. bis 9. September 1956 als Mustermesse für Konsumgüter stattfindende Leipziger Messe wird auf einer Messestandsfläche von rund 100 000 m² in 15 Messehäusern und drei Messehallen durchgeführt. Neben einer großen Zahl ausländischer Firmen, darunter auch aus Übersee, stellen auch weit über 1000 westdeutsche Firmen ihre Erzeugnisse aus.

Mikrowellentrioden 2 C 39 A und 2 C 40

Für die Verwendung im Dezimeterwellengebiet hat *Telefunken* obige Spezialröhren in das Fertigungsprogramm aufgenommen. Beide Röhren sind als Scheibentrioden aufgebaut. Die 2 C 39 A ist eine Leistungstriode mit 100 W Anodenbelastbarkeit bei entsprechender Luftkühlung. Bei

Anodenbelastungen unter 8 W kann sie ohne zusätzliche Kühlung arbeiten. Darüber rechnet man ungefähr mit einem Richtwert von 11/min Kühlluft für jedes Watt Anodenverlustleistung bei einer Raum- bzw. Lufttrittstempertur von 20° C. Die Röhre ist bis etwa 2,7 GHz verwendbar und gibt bei einer Anodenspannung von 800 V bei 1 GHz etwa 30 W und bei 2,5 GHz etwa 15 W Nutzleistung ab.

Die 2 C 40 mit einer Anodenverlustleistung von 6,5 W arbeitet ohne zusätzliche Kühlung und ist hauptsächlich für Schwingstufen kleinerer Leistung, als Oszillatorröhre in Empfängern sowie für Meßapparaturen im Frequenzgebiet bis etwa 3,4 GHz verwendbar.

Elektronischer Konstant-Gleichrichter

In Laboratorien, Prüflätern, Instituten und Versuchsfeldern werden neben Messungen auch umfangreiche Dauerversuche durchgeführt, für die selbst bei tagelangem Betrieb eine unbedingt konstante elektrische Spannung Voraussetzung ist. Die Firma A. Ruhstrat, Göttingen, hat einen Konstant-Gleichrichter entwickelt, dessen Stabilität und Welligkeit den Wünschen des Kunden weitgehend angepaßt werden können. Für eine Leistung von etwa 8,5 kW ist der Raumbedarf einschließlich Transformator nur etwa 1,5 m³. Die elektronische, praktisch trägheitslose Regelung ergibt auch für die ungünstigsten Betriebsfälle sehr geringe Abweichungen: bei 10% Netzunterspannung und Vollast — 1,14% und bei 10% Netzüberspannung und Leerlauf + 0,67% Abweichung vom Sollwert. Auch im Bereich kleiner Belastung und im Leerlauf ist die Spannung stabil. Neue Typen für andere Spannungen, Stromstärken und Welligkeiten sind in der Entwicklung.



Neue Valvo-Prospekte

Einen übersichtlichen und gut aufgemachten Sammelprospekt für Spezialröhren im Umfang von 40 Seiten DIN A 5 hat die *Valvo GmbH* herausgegeben. Er ermöglicht eine schnelle Orientierung über das umfangreiche Angebot an *Valvo*-Spezialröhren und ein leichtes Auffinden des für den jeweiligen Verwendungszweck geeigneten Typs.

Über die Röhren der Farbserie erschien in neuer Auflage ein Faltprospekt, der die wichtigsten Daten und Eigenschaften der Röhren dieser vier Farbgruppen enthält. Zur besseren Übersicht sind außerdem die auf dem amerikanischen Kontinent üblichen *RETMA*-Nummern in Form einer Äquivalenzliste angegeben. Neu aufgenommen wurden nachstehende Röhren: Kleintyratron 5727 (Blaue Reihe), Universal-Pentode C 3 m (Gelbe Reihe), Zweifachtriode E 88 CC (Gelbe Reihe), Zweifachtriode mit Abstimmanzeige E 82 M (Rote Reihe) und die Breitband-Pentode E 180 F (jetzt Rote Reihe, früher Gelbe Reihe).

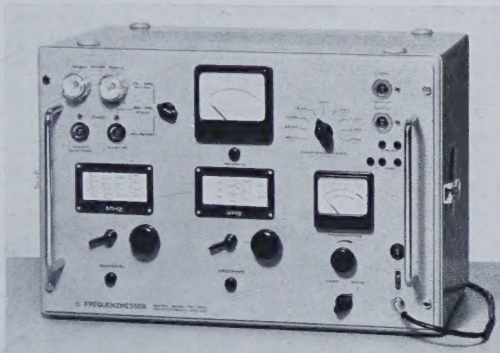
Neue Telefunken-Druckschriften

Zwei neue Druckschriften unterrichten zusammenfassend über das Lieferprogramm an Oszillografenröhren für Meßzwecke und Germaniumdioden/Transistoren. Für alle Einstrahl- und Mehrstrahlröhren sind die wichtigsten technischen Daten enthalten, zusätzlich Ausführungen über die verschiedenen Leuchtschirme und ihre Eigenschaften, den Stand der Systeme bei Mehrstrahlröhren und den Einbau von Oszillografenröhren. Eine kurze Zusammenfassung wichtiger Fachwörter (deutsch, englisch, französisch) sowie eine Umrechnungstabelle Ablenkempfindlichkeit/Ablenkfaktor ergänzen diese Druckschrift.

Für Germaniumdioden, *pnp*-Flächentransistoren und *pnp*-Subminiatur-Flächentransistoren findet man neben allen technischen Angaben und Kennlinien noch Hinweise auf typische Anwendungen in Schaltungen, Berechnung der notwendigen Kühlfläche, die Temperaturstabilisierung und ein sehr übersichtliches Schema über die neue Kennzeichnung für NF-Transistoren der Farbserie.

Aktiver Quarz-Präzisionsfrequenzmesser

Der von Rohde & Schwarz nach den neuesten Erkenntnissen der dekadischen Frequenzkombination entwickelte aktive Präzisionsfrequenzmesser „WIK“ enthält neben dem quarzgesteuerten 1-MHz-Steuergenerator einen zwischen 50 Hz und 30 MHz durchstimmbaren Frequenzgenerator; oberhalb dieser Frequenz werden die Oberwellen des Oszillators verwendet. Die Fehlergrenzen der Frequenz liegen bei freier Durchstimmung bis 30 kHz bei $\pm 3\%$, bis 30 MHz bei ± 50 Hz, werden jedoch in der Praxis durch die Eigengenauigkeit des eingebauten, acht Bereiche umfassenden Frequenzzeigers auf $\pm 2\%$ des Meßwertes eingengt. Die für Frequenzmessungen verwertbare Meßgenauigkeit ist bereits nach einer Stunde Anheizzeit $< 1 \cdot 10^{-6}$, bei längerer Betriebsdauer $< 2 \cdot 10^{-7}$.

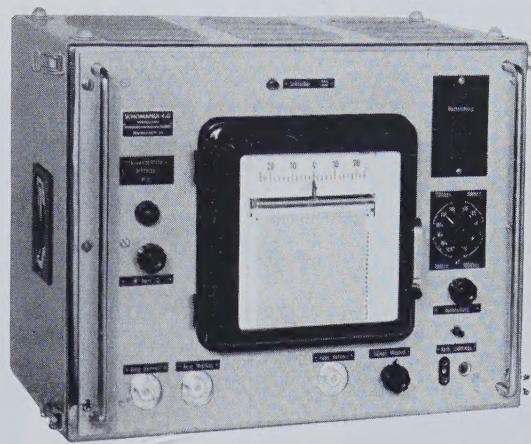


Die Genauigkeit des sich vom Tonfrequenz- bis über den VHF-Bereich (600 MHz) erstreckenden Meßbereichs reicht aus, um beispielsweise die Einhaltung der Sollfrequenz für Funkdienste aller Art zu überwachen. Ebenso lassen sich damit die im VHF-Bereich meist fest abgestimmten Empfangsgeräte auf Einhaltung der Sollfrequenz überprüfen. Da die Differenzfrequenz direkt zur Anzeige gelangt, ist auch eine Beobachtung oder Registrierung von Frequenzschwankungen möglich.

Wanderfeldröhren TL 4 und TL 6

Als Leistungsverstärkeröhren für das Dezimeter- und Zentimeterwellengebiet liefert Telefunken diese beiden Typen, deren Hauptanwendungsgebiet bei den Richtfunkstrecken liegt. Darüber hinaus sind sie in der Meßtechnik besonders zur Verstärkung sehr breiter Frequenzbänder geeignet. Beispielsweise lassen sie sich in der Endstufe eines weitdurchstimmbaren Senders (Wobbelsender) einsetzen, um die meist zu kleine HF-Leistung der durchstimmbaren Oszillatorröhre auf die gewünschte Leistung zu verstärken. In ihren äußeren Abmessungen unterscheiden sich diese Röhren nicht. Beide haben eine indirekt geheizte Oxydkatode (6,3 V, 1,15 A).

	TL 4	TL 6
Frequenzbereich	1,5 ...3,0 GHz	2,0...4,7 GHz
Frequenzbereich mit Fokalisator	1,65...2,73 GHz	3,3...4,5 GHz
Betriebswerte		
Frequenz	2,0 GHz	4,0 GHz
Auffängerstrom	60 mA	20 mA
Ausgangsleistung	12 W ≤ 4 W	4 W $\leq 1,4$ W
Verstärkung	35 dB 45 dB	25 dB 34 dB
Wendelspannung	950 V 760 V	1250 V 1150 V



Differenzfrequenzschreiber NFR 2

Zur vorzeichenrichtigen Registrierung von Frequenzabweichungen gegenüber einer Normalfrequenz.

Frequenzbereich	30 kHz—300 MHz
Meßbare	} ± 50 kHz bis
Frequenzabweichungen	
	} $\pm 1,25$ Hz
	Vollausschlag

Zur Lieferung der Bezugsfrequenz können die Frequenzdekade ND 5, der Service Frequenzmesser FD 1 oder sonstige Normalfrequenzgeneratoren verwendet werden.

Bei Einbau eines Zweifachschreibers können gleichzeitig Temperatur, Netzspannung oder Gitterstrom gemessen werden.

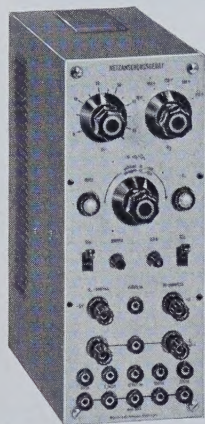
SCHOMANDL KG

München 25 · Baierbrunner Straße 28

Telefon 7 82 69

LABORNETZGERÄTE

gehören zum unentbehrlichen Handwerkszeug des Entwicklungsingenieurs. Wir liefern handliche Einzelgeräte und universelle Großgeräte



NETZEINHEIT NE-171

Ausgang 1 50...300 V/100 mA
Innenwiderst. bis 1 MHz < 2Ω
Fremdspannung ... < 200 μV
Parallel- und Reihenbetrieb
von 2 Netzeinheiten möglich
Ausgang 2 460 V
Ausgang 3 0...-50 V
Wechselspannungen 20 VA
4 — 6,3 — 12,6 — 18 — 20 V

Verlangen Sie unseren
Sammelprospekt SVG-71

Durch Zusammenfassung von 2 Netzeinheiten NE-171 und einer Wechselstromeinheit WE-271 entsteht unser Stromversorgungsgerät SVG-71 für erhöhte Ansprüche. Auch mit stabilisierter Heizspannung (0,2%) lieferbar

WANDEL u. GOLTERMANN
RUNDfunk- UND MESSGERÄTE REUTLINGEN/WÜRTT.

Pegelbildgerät

Wegen seiner vielen Anwendungsmöglichkeiten ist das Pegelbildgerät eines der wichtigsten Meßgeräte für das NF-Gebiet, vor allem dann, wenn es auf kurze Meßzeiten ankommt. Unter der Typenbezeichnung „Rel 3 K 211“ stellt Siemens & Halske ein neues Gerät mit 10-cm-Bildröhre her. Die Frequenz des als Sender dienenden Schwebungssummers kann wahlweise durch einen Umlaufkondensator mit Motorantrieb periodisch über den gesamten Bereich geändert oder von Hand eingestellt werden. Bei Pegelmessungen liegt die Ausgangsspannung unmittelbar am Meßobjekt, bei Fehlerdämpfungsmessungen an einer eingebauten Brücken-



schaltung. Der Eingang (> 25 kΩ) ist auf 600 und 950 Ohm umschaltbar. Das vom Meßobjekt kommende Signal wird nach Verstärkung einem Pegelmessgerät und einem Frequenzmesser zugeführt, die ihrerseits Steuerungsspannungen als Maß für den jeweiligen Pegel und die zugehörige Frequenz auf die Ablenkplatten der Katodenstrahlröhre geben, so daß auf deren Schirm der Pegelverlauf über der Frequenz geschrieben wird. In der Schalterstellung „Z-Vergleich“ lassen sich vergleichende Scheinwiderstandsmessungen durchführen, indem beim Hinlauf der Scheinwiderstand X , beim Rücklauf der halbe Betrag der komplexen Summe der beiden Widerstände $|X + N|$ gemessen wird. Auf diese Weise werden auch Phasenunterschiede der beiden Widerstände sichtbar.

Germanium-HF-Flächentransistoren

Intermetall, Gesellschaft für Metallurgie und Elektronik mbH, meldet den Anlauf der Produktion von Germanium-HF-Flächentransistoren. Die Typen OC 390, OC 400 und OC 410 sind Legierungstransistoren, die in Oszillatoren (etwa bis zur doppelten Grenzfrequenz), in HF-Stufen und in ZF-Verstärkern bei etwa 270 bzw. 450 kHz verwendbar sind. Die in ein hermetisch verschlossenes Metallgehäuse eingebauten Transistoren sind tropenfest.

Technische Daten

	OC 390	OC 400	OC 410
Mittlere Betriebswerte			
Kollektorspannung $-U_{CE}$	5	5	5 V
Emitterstrom I_E	1	1	1 mA
Kurzschlußstromverstärkung h_{21E} (α_{CB})		40 (> 20)	
Ausgangsleistwert h_{22E}		32 · 10 ⁻⁶	S
Eingangswiderstand h_{11E}		1800	Ohm
Spannungsrückwirkung h_{12E}		6 · 10 ⁻⁴	
Grenzfrequenz $f_{\alpha_{CO}}$ (Basis geerdet)	4,5 (≥ 3)	7 (≥ 5)	12 (≥ 10) MHz
Kollektorkapazität C_{CB} (bei 455 kHz)	13	13	13 pF
Maximalwerte			
Kollektor-Spitzenspannung $-U_{CB \max.}$ ($I_E = 0$)	10	10	10 V
Kollektor-Betriebsspannung $-U_{CE \max.}$ ($I_B = 0$)	6	6	6 V
Kollektor-Reststrom $-I_{CO}$ ($-U_{CB} = 10 \text{ V}, I_E = 0$)	10	10	10 μA

Weiterhin stehen die Silizium-Flächendiode S 32, S 33, S 34 und S 35 auf dem Programm, die für die Verwendung in Schaltungen bestimmt sind, in denen bei Temperaturen von 100 bis 150°C hohe Sperrwiderstände und Sperrspannungen gefordert werden. Bei 25°C und 10 V Sperrspannung werden Sperrwiderstände bis über 1000 MΩ erreicht. Die Germanium-Subminiatur-Flächendiode FD 4, FD 5, FD 6 und FD 7 zeichnen sich durch sehr kleine Durchlaßwiderstände bei relativ kleinen Durchlaßspannungen und hohe Sperrwiderstände bei Sperrspannungen bis 100 V aus. Bei + 0,5 V liegt der Durchlaßwiderstand unter 5 Ohm.

Raytheon-Magnetrons

Die Intraco GmbH als Vertriebsgesellschaft für Raytheon-Röhren hat einen vielseitigen Faltprospekt herausgebracht, der die wichtigsten technischen Daten von 100 Magnetrons enthält.

TEKADE

GFT 21

**TEKADE
NÜRNBERG 2**

**TRANSISTOREN
GERMANIUM-
DIODEN
KUPFEROXYDUL-
GLEICHRICHTER
RADIO-RÖHREN**

REFERATE

Automatische Überwachung beim Kopieren von Magnettonbändern¹⁾

Bei der Vervielfältigung von Magnettonaufzeichnungen ist es schwieriger als bei Lichttonaufzeichnungen festzustellen, ob die gezogenen Kopien innerhalb gewisser Toleranzgrenzen genau mit dem Original übereinstimmen, da die Magnettonschrift unsichtbar ist. Eine einwandfreie und zuverlässige Kontrolle wäre eigentlich nur möglich, indem man jede einzelne Kopie abspielt. Dieser Weg ist natürlich nicht gangbar, wenn gleichzeitig mehrere Kopien langer Aufzeichnungen hergestellt werden, da für das Abhören jeder einzelnen Kopie viel zu viel Zeit verlorengehen würde.

Besonders brennend ist dieses Problem geworden, seitdem das Magnettonverfahren teilweise den Lichtton beim Tonfilm verdrängt hat und neuerdings auch schon Theaterkopien statt der Lichttonspuren Magnetaufzeichnungen tragen. Das ist beispielsweise beim CinemaScope-Film der Fall, der gleich vier magnetische Tonaufzeichnungen für die Erzielung des stereoskopischen Effektes trägt.

Um das Kopieren von CinemaScope-Filmen zu beschleunigen und zu vereinfachen, ist von der Metro-Goldwyn-Mayer Corp. eine Anlage entworfen worden, die während des Kopiervorganges selbsttätig darüber wacht, ob die Kopien innerhalb der zuverlässigen Abweichungen mit dem Original übereinstimmen, und die eine nachträgliche Prüfung der Kopien überflüssig macht. Mit der Anlage können gleichzeitig vier Kopien von einem Original gezogen werden, so daß also sechzehn magnetische Tonspuren dauernd mit dem Original verglichen werden müssen. Die Anlage führt diesen Vergleich selbsttätig aus und bietet darüber hinaus noch die Möglichkeit, den Synchronismus zwischen Bild und Ton zu prüfen und das Bild mittels einer stroboskopischen Lichtquelle laufend zu betrachten.

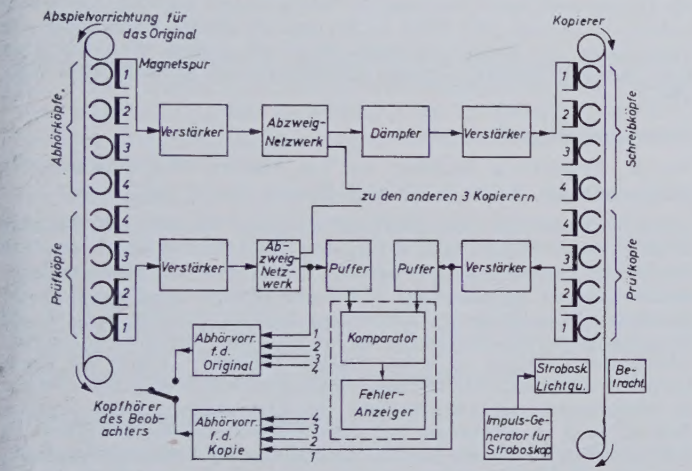


Abb. 1. Schematische Blockschaltung für die Überwachung des Kopierens magnetischer Tonaufzeichnungen. Es sind nur der Kopierkanal und der Überwachungskanal für eine Kopie und für eine Tonspur im Blockbild angedeutet

Den grundsätzlichen Aufbau und die Arbeitsweise der neuartigen Überwachungsanlage kann man dem vereinfachten Blockschema in Abb. 1 entnehmen. Das Schema ist nur für eine der vier Kopien und nur für eine der vier Tonaufzeichnungen vollständig dargestellt. Von den 16 Kopierkanälen und den 16 Überwachungskanälen ist also nur je ein Kanal gezeigt, da die 16 Kanäle untereinander gleich sind. Die vier nebeneinander angeordneten Abhörköpfe (in Abb. 1 sind die vier Köpfe nur der Deutlichkeit halber untereinander angedeutet) tasten die vier Tonspuren des CinemaScope-Originals ab und steuern über die üblichen Verstärker und Regelvorrichtungen die entsprechenden Schreibköpfe der vier Kopie.

¹⁾ Stafford, J. W.: Automatic Inspection of Magnetic-Sound Prints. Electronics Bd. 29 (1956) Nr. 3, S. 164

MITARBEITER

gesucht für interessante Tätigkeit

INTRACO - GmbH.

München 15 • Landwehrstraße 3 • Telefon: 55461

Technische Grundkenntnisse, welche für den Vertrieb von Geiger - Müller - Zählgeräten notwendig sind, und Beherrschung der englischen Sprache sind erforderlich

KONTAKTEINRICHTUNGEN
ELEKTRONISCHE APPARATE
UND MASCHINEN
MINIATUR-KUPPLUNGEN

TUCHEL-KONTAKT HEILBRONN/NECKAR
TEL. 2389 + 5890 • FS 0728/816

Koaxiale geschirmte HF-Leitungen
Symmetrisch geschirmte HF-Leitungen
Symmetrisch ungeschirmte HF-Leitungen
Kapazitäts- und dämpfungsarme Spezialleitungen für Ton- und Fernsehempfang

Verlangen Sie bitte Sonderangebote!

LEONISCHE DRAHTWERKE A.G. NÜRNBERG

rer; ein Abhörkopf beeinflusst also immer gleichzeitig vier Schreibköpfe. An diesem Kopiervorgang ist weder etwas Neues noch etwas Bemerkenswertes.

Ungefähr fünf Zentimeter unterhalb der Abhörköpfe und der Schreibköpfe sind je vier Prüfköpfe angebracht. Mit Hilfe dieser Prüfköpfe wird unmittelbar nach dem eigentlichen Kopiervorgang festgestellt, ob die einzelnen Tonspuren der Kopie hinreichend genau mit den entsprechenden Tonspuren des Originals übereinstimmen. Zu diesem Zweck wird die Spannung eines Prüfkopfes der Kopie mit der Spannung des Prüfkopfes laufend verglichen, der der entsprechenden Tonspur des Originals zugeordnet ist. Hierzu dient je ein Komparator für jeden der 16 Prüfköpfe, der während der gesamten Kopierdauer ständig anzeigt, ob die gerade auf die Kopie übertragene Tonaufzeichnung innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen mit dem Original übereinstimmt. Über den Komparator wird anschließend noch kurz zu berichten sein. Schließlich kann noch jede Tonspur des Originals einerseits und der vier Kopien andererseits über die Prüfköpfe abgehört und subjektiv mit den anderen verglichen werden. Der stroboskopische Bildbetrachter liegt genau 28 Bilder tiefer als die Prüfköpfe, so daß bei dem subjektiven Abhören Synchronismus zwischen Bild und Ton vorhanden sein muß.

Es wäre natürlich ideal, wenn man laufend die Momentanwerte der Amplituden in den Aufzeichnungen des Originals und der Kopie miteinander vergleichen und in Übereinstimmung bringen könnte. Dazu müßten aber Original und Kopie streng phasengau laufen, da geringste Phasenverschiebungen jeden Vergleich illusorisch machen. Selbstverständlich sind derartige Forderungen an die Laufgenauigkeit der Filme in der Praxis auch nicht annähernd zu erfüllen. Außerdem sind naturgemäß gewisse Schwankungen der magnetischen Eigenschaften der einzelnen Tonspuren und der Köpfe zu berücksichtigen.

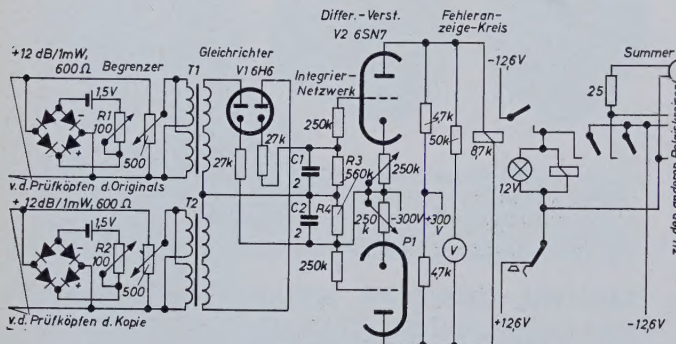


Abb. 2. Die Schaltung des überwachenden Komparators mit Integrationsnetzwerk und Fehleranzeige

Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß die Kopien eine ausgezeichnete Qualität haben, wenn der mittlere Pegel jeder Tonspur innerhalb von 1 dB mit dem Original übereinstimmt und die momentanen Abweichungen von Original und Kopie nie größer als ± 2 dB sind. Unter „momentan“ wird aber hier nicht der Augenblickswert der Tonfrequenzspannung, sondern ein über eine gewisse Zeit integrierter Summenwert dieser Spannung verstanden. Die Integrationszeit beträgt 0,04 s, und diese Integration wird in dem Komparator der Überwachungsanlage durchgeführt.

In Abb. 2 ist die Schaltung des Komparators sowie des Fehleranzeigers, also des in Abb. 1 gestrichelt umrandeten Teiles der Überwachungsanlage, wiedergegeben. Die von den zu vergleichenden Tonaufzeichnungen kommenden Tonfrequenzspannungen gelangen zunächst zu je einem Begren-

zer, der aus vier vorgespannten Selengleichrichtern in Brückenschaltung besteht und eine logarithmische Beziehung zwischen Ein- und Ausgang herstellt. Außerdem läßt sich die Empfindlichkeit durch R_1 und R_2 justieren. Die Tonfrequenzspannungen werden dann in je einer Diode gleichgerichtet und auf das Integrationsnetzwerk gegeben. Die Ausgänge der beiden Integrationsnetzwerke sind gegeneinandergeschaltet, und die algebraische Differenz der integrierten Spannungen wird auf das Steuergitter der einen Hälfte einer 6 SN 7 (Differentialverstärker) gegeben, während das Steuergitter der anderen Hälfte auf konstantem Potential liegt. Zwischen den Anoden des Differentialverstärkers sind ein empfindliches Relais und ein Voltmeter mit Mittelnullpunkt angeschlossen. Das Voltmeter zeigt kontinuierlich Größe und Richtung der Abweichungen der Kopie vom Original an; das Relais betätigt einen Summer oder ein sonstiges Signal, wenn die zulässige Fehlergrenze überschritten wird.

Fgs.

NEUE BÜCHER

Arbeitsverfahren und Stoffkunde der Hochvakuumtechnik, Technologie der Elektronenröhren

Von H. Steyskal. Mosbach 1955, Physik-Verlag, 185 S. m. 47 Abb. und 28 Tab. und Diagr. DIN A 5. Preis in Plastikfolie geb. 14,40 DM.

Als Heft 3 der Reihe „Physikalische Schriften“ erschien jetzt dieser Band, der dem Leser in gedrängter Form technisch einwandfreie und werkstoffmäßig angepaßte Arbeitsverfahren der Vakuumtechnik vermittelt. Daß der Verfasser sich auf Stoffkunde und Aufbau der Elektronenröhre beschränkt, ist für das Gesamtwerk von Vorteil; denn es ist dadurch möglich, Einzelfragen eingehender zu behandeln. Über die rein vakuumtechnischen Fragen hinaus haben vor allem die Probleme der Werkstoffe und der Verbindung von Bauteilen eine eingehende Behandlung gefunden, so daß der Praktiker diesem ausgezeichneten Buch manchen wertvollen Hinweis für die Lösung technischer Probleme im Rahmen seiner täglichen Arbeit entnehmen kann. Auf jeder Seite merkt man die großen Erfahrungen des Spezialisten, und deshalb ist dieses Buch von großem Wert für jeden Ingenieur und Physiker, zu dessen Arbeitsbereich die Hochvakuumtechnik gehört.

—th

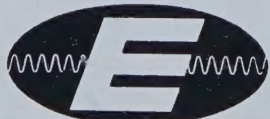
Electronic Motion Pictures

Von A. Abramson. Berkeley und Los Angeles 1955, University of California Press, 212 S. m. 93 Abb. Preis in Ganzl. geb. 5,— \$.

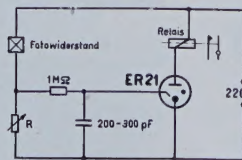
„Eine Geschichte der Fernsehkamera“ nennt der Verfasser sein Buch im Untertitel, und er gibt darin dem Leser einen übersichtlichen und gut illustrierten historischen Abriss über die Entwicklung der Filmaufnahmekamera bis zum heutigen Tage. Parallel zu dieser Darstellung läuft die eingehende Behandlung der Entwicklung der elektronischen Kamera, der Fernsehkamera, weil die Technik der Filmaufnahme heute vor einem entscheidenden Umbruch zu stehen scheint. Versuche, auch in der Kameratechnik mit elektronischen Kameras zu arbeiten, sind in den letzten Jahren so erfolgversprechend gewesen, daß es durchaus möglich scheint, in naher Zukunft auch im Filmatelier mit elektronischen Aufnahmeverfahren zu arbeiten. Typisch für die positive Einstellung des Verfassers zu diesen Fragen ist die Überschrift des ersten Kapitels „Die Kamera der Zukunft“, in dem er auf die Möglichkeiten der neuen Verfahren hinweist.

Die Lektüre dieses Buches ist für den Fernseh- und Filmtechniker in gleichem Maße interessant. Der historischen Darstellung gegenüber ist jedoch eine gewisse kritische Einstellung angebracht, da fast nur amerikanische und englische Entwicklungen Berücksichtigung gefunden haben.

—th



ELESTA-Kaltkathodenröhren: wichtige Bauelemente f. elektronische Steuer- u. Regelanlagen sowie für INDUSTRIELLE AUTOMATISIERUNG



Typische Schaltung: Lichtsteuerung

- ER 1, ER 3
Relaisröhren für Gleichstrom
- ER 21
Relaisröhre für 220 V-Wechselstrom
- ES 1, ES 3
Spannungsstabilisierungsröhren

Steuerung durch Fotozellen, Fotowiderstände, hochohmige und von Meßgrößen abhängige Widerstände, Ionisationskammern und feine Kontakte, Programm-, Zähl- und Automatikschaltungen, Zeitrelais.

Dauernde abnutzungsfreie Betriebsbereitschaft und praktisch unbegrenzte Lebensdauer dank kalter Reinmetallkathode, große Überlastbarkeit, hohe Stabilität. Geeignet für lichtelektrische Anlagen, z. B. in Verbindung mit in Glas eingeschmolzenen Fotowiderständen der Physikalisch-Technischen Werkstätten Wiesbaden.

ELESTA-RÖHRENVERTRIEB DEUTSCHLAND DR.-ING. PAUL E. KLEIN · TETTANANG/BODENSEE